

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

Yoshihiro NAKAHIRA

New Application

Filed: July 7, 2000

Attorney Dkt. No.: 32011-164846

For: NODE CONTROL DEVICE, NODE DEVICE AND OPTICAL PATH
SETTING METHOD

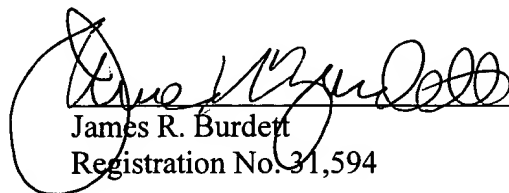
SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Application No. 213186/1999 upon which a claim to priority was made under 35 U.S.C. §119. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of said priority document.

Respectfully submitted,


James R. Burdett
Registration No. 31,594

Venable
Post Office Box 34385
Washington, D.C. 20043-9998
Telephone: (202) 962-4800
Facsimile: (202) 962-8300

Date: July 7, 2000

JRB:lrh
#227370

JCE66 U.S. PTO
09/612304
07/07/00

00/07/00 10:22:56

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application:

Application Number:

願 人
Applicant (s):

沖電気工業株式会社

JC866 U.S. PRO
09/612304

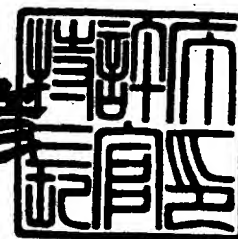


**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

2000年 1月 7日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤隆彦



OH-502A
#2



**PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT**

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application: July 28, 1999

Application Number: 11-213186(213186/1999)

Applicant(s): Oki Electric Industry Co., Ltd.

Dated January 7, 2000

Commissioner,
Patent Office Takahiko KONDO

Certificate No. 11-3092633

【書類名】 特許願

【整理番号】 KN-2213

【提出日】 平成11年 7月28日

【あて先】 特許庁長官 伊佐山 建志 殿

【国際特許分類】 H04L 12/42

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社
社内

【氏名】 中平 佳裕

【特許出願人】

【識別番号】 000000295

【氏名又は名称】 沖電気工業株式会社

【代表者】 篠塚 勝正

【代理人】

【識別番号】 100090620

【弁理士】

【氏名又は名称】 工藤 宣幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013664

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006358

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ノード及び光ネットワークシステム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ネットワークシステムを構成するノード装置それぞれに設けられ、各ノード装置におけるパケット転送動作の制御に用いられるノード制御装置であって、

一定時間が経過される度又は所定イベントが発生される度、自身の制御するノード装置に隣接するノード装置に、当該装置の接続情報及び当該装置に隣接するノード装置の接続情報を問い合わせる一方、自身が隣接するノード装置より当該問い合わせを受けた場合には自身の接続情報及び自身に隣接するノード装置の接続情報を応答する接続情報応答手段と、

カットスルー設定パケットの受信時又は自身の判断により、上記接続情報応答手段を用いて獲得した光ネットワークシステム全体の接続情報を基に光スイッチを制御し、自身の制御するノード装置の上位レイヤをカットスルーする光パスを設定する光パス設定手段と

を備えることを特徴とするノード制御装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のノード制御装置において、

カットスルー要求パケットの送出又はカットスルー設定パケットの送出に先立って、カットスルーの必要性を判断し、必要と判断されたものについてのみ選択的にカットスルー光パスの設定を行うカットスルー光パス要／不要判断手段をさらに備えたことを特徴とするノード制御装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載のノード制御装置において、

カットスルー設定パケットの送出に先立って、カットスルー光パスの設定される経路上のノード装置間にカットスルー光パスの設定後も情報チャネルが確保されるか否かを判断し、情報チャネルが確保される場合に限りカットスルー光パスの設定を行う情報チャネル確保手段をさらに備えたことを特徴とするノード制御装置。

【請求項 4】 上位レイヤのヘッダ情報に従って入力された転送パケットの

出力先を決定するルータ部と、

光ファイバから光信号を抽出し又は光ファイバに光信号を挿入し又は任意の入出力光ファイバ間に光パスを設定する光クロスコネクタ部と、

受信した転送パケットの指示に従って又は自身の判断に基づいて、上記光クロスコネクタ部の方路を切り替える請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のノード制御装置と

を備えることを特徴とするノード装置。

【請求項 5】 請求項 4 に記載のノード装置において、

上記ルータ部から上記光クロスコネクタ部への出力のうち幾つかに宛先別バッファを接続すると共に、当該宛先別バッファから読み出されたパケットを上記光クロスコネクタ部の任意の入力ポートに接続可能なスイッチ部をさらに備えることを特徴とするノード装置。

【請求項 6】 請求項 5 に記載のノード装置において、

上記ルータ部には、転送パケットの許容遅延量を判定し、許容遅延量が大きいパケットについてのみ上記宛先別バッファへの出力を認め、許容遅延量が小さいパケットについては直接的に上記光クロスコネクタ部に出力させる許容遅延認識機能手段をさらに備えることを特徴とするノード装置。

【請求項 7】 上位レイヤのヘッダ情報に従って入力された転送パケットの出力先を決定するルータ部と、

光ファイバから光信号を抽出し又は光ファイバに光信号を挿入し又は任意の入出力光ファイバ間に光パスを設定する光クロスコネクタ部と、

受信した転送パケットの指示に従って又は自身の判断に基づいて、上記光クロスコネクタ部の方路を切り替える請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のノード制御装置と、

情報チャネル用に確保された固定波長の光信号を光ファイバから抽出し又は当該固定波長の光信号を光ファイバに挿入し、他のノード装置との情報信号の通信を可能とする情報チャネル用光パス抽出／挿入手段と

を備えることを特徴とするノード装置。

【請求項 8】 上位レイヤのヘッダ情報に従って入力された転送パケットの

出力先を決定するルータ部と、

光ファイバから光信号を抽出し又は光ファイバに光信号を挿入し又は任意の入出力光ファイバ間に光パスを設定する光クロスコネクタ部と、

受信した転送パケットの指示に従って又は自身の判断に基づいて、上記光クロスコネクタ部の方路を切り替える請求項 1～3 のいずれかに記載のノード制御装置と、

ユーザデータ用の光パスに情報チャネル用のパイロットトーン信号を重畳し又はユーザデータ用の光パスから情報チャネル用のパイロットトーン信号を分離し、他のノード装置との情報信号の通信を可能とする情報チャネル用パイロットトーン信号重畳／受信手段と

を備えることを特徴とするノード装置。

【請求項 9】 請求項 8 に記載のノード装置において、
上記情報チャネル用のパイロットトーン信号を時分割多重方式にて伝送することを特徴とするノード装置。

【請求項 10】 請求項 4～9 のいずれかに記載のノード装置を複数配置して構成したことを特徴とする光ネットワークシステム。

【請求項 11】 光ネットワークシステム上における光パス設定方法であって、

一定時間が経過される度又は所定イベントが発生される度、各ノード装置が、自身に隣接するノード装置に、当該装置の接続情報及び当該装置に隣接するノード装置の接続情報を問い合わせる一方、自身が隣接するノード装置より当該問い合わせを受けた場合には自身の接続情報及び自身に隣接するノード装置の接続情報を応答する工程と、

カットスルー設定パケットの受信時又は自身の判断により、各ノード装置が、上記工程により獲得した光ネットワークシステム全体の接続情報を基に光スイッチを制御し、自身の制御するノード装置の上位レイヤをカットスルーする光パスを設定する工程と

を備えることを特徴とする光パス設定方法。

【請求項 12】 請求項 11 に記載の光パス設定方法において、カットスルー

一光パスの設定に先立って、カットスルー光パスの設定される経路上のノード装置間にカットスルー光パスの設定後も情報チャンネルが確保されるか否かを判断し、情報チャンネルが確保される場合に限りカットスルー光パスの設定を行うことを特徴とする光パス設定方法。

【請求項 1 3】 請求項 1 1 又は 1 2 に記載の光パス設定方法において、設定後のカットスルー光パスには、宛先別バッファから読み出したパケットを流すことを特徴とする光パス設定方法。

【請求項 1 4】 請求項 1 3 に記載の光パス設定方法において、上記宛先別バッファには遅延許容量の大きいパケットのみを蓄積させることを特徴とする光パス設定方法。

【請求項 1 5】 請求項 1 1 ～ 1 4 （請求項 1 2 を除く）のいずれかに記載の光パス設定方法において、カットスルー光パスの設定後、当該カットスルー光パスの設定されたノード装置間における情報通信を、情報チャンネル用に確保された固定波長の光信号を用いて実現することを特徴とする光パス設定方法。

【請求項 1 6】 請求項 1 1 ～ 1 4 （請求項 1 2 を除く）のいずれかに記載の光パス設定方法において、カットスルー光パスの設定後、当該カットスルー光パスの設定されたノード装置間における情報通信を、ユーザデータ用の光パスに情報チャンネル用のパイロットトーン信号を重畳することにより実現することを特徴とする光パス設定方法。

【請求項 1 7】 請求項 1 6 に記載の光パス設定方法において、上記情報チャンネル用のパイロットトーン信号を時分割多重方式にて伝送することを特徴とする光パス設定方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ネットワークシステムの構築に好適なノード制御装置、ノード装置及び光パス設定方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

図 2 に、光ネットワークシステムの形態例を示す。図 2 に示すように、光ネットワークシステムは、ルータに接続されたユーザ端末と、ルータと接続されると共に局間光ファイバを介して相互に接続された光クロスコネクタとで構成されている。ここで、光クロスコネクタは光信号の中継／挿入／抽出の実行と、必ずしも隣接しない 2 つのノード間で光信号の接続（すなわち、光パス）の設定とを行う装置である。

【 0 0 0 3 】

光クロスコネクタの中には、波長多重伝送技術を用いないものもあるが、近年の研究により、波長多重伝送技術によって 1 本の光ファイバに複数の光信号を通し、これを光パスの資源として活用することで大容量化を狙ったものが多くなっている。実際、図 2 の光クロスコネクタには、波長合分波器と光空間スイッチを用い、波長を異にする複数の光信号を多重できるものが用いられている。なお、図 2 に示すインタフェース部には、波長可変型の E／O（電気／光）変換装置や O／E（光／電気）変換装置が用いられている。

【 0 0 0 4 】

次に、かかる光ネットワークシステム上で実現されるパケットの伝送形態を説明する。まず、ユーザ端末から送出されたパケットは伝送路を介してルータへと伝送される。ルータは当該パケットのヘッダを解析し、宛先となる端末が接続されているルータ又は適切な中継用ルータと自ルータとの間に設定されている光パス（光信号の接続）の入力インタフェースに宛ててパケットの転送を行う。かかる動作を必要に応じて繰り返すことにより、転送対象となったパケットは、宛先となるユーザ端末を収容するルータに到達し、当該ルータを介して宛先のユーザ端末へ伝送される。

【 0 0 0 5 】

なお、図中に示す光パスは、光クロスコネクタ（光 ADM（Add/Drop Multiplexer））と光ファイバとを用いて設定される。また、光クロスコネクタとパケット交換機（ルータ、電子交換機等）との間には入出力インタフェースが設けられている。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述の光ネットワークシステムにおける光パスは半固定的に設定されている。しかし最近では、この光パスをトラフィックに応じて動的に張り替える方法も模索されている。

【0007】

本発明は、光パスをトラフィックに応じて動的に張り替える具体的な方法を示し、そのような方法を用いて構成したノード装置ならびに光ネットワークシステムを提案する。

【0008】

【課題を解決するための手段】

(A) かかる課題を解決するため、本発明（請求項1）においては、光ネットワークシステムを構成するノード装置それぞれに設けられ、各ノード装置におけるパケット転送動作の制御に用いられるノード制御装置に、以下の手段を備えるようにする。

すなわち、(1) 一定時間が経過される度又は所定イベントが発生される度、自身の制御するノード装置に隣接するノード装置に、当該装置の接続情報及び当該装置に隣接するノード装置の接続情報を問い合わせる一方、自身が隣接するノード装置より当該問い合わせを受けた場合には自身の接続情報及び自身に隣接するノード装置の接続情報を応答する接続情報応答手段と、(2) カットスルー設定パケットの受信時又は自身の判断により、接続情報応答手段を用いて獲得した光ネットワークシステム全体の接続情報を基に光スイッチを制御し、自身の制御するノード装置の上位レイヤをカットスルーする光パスを設定する光パス設定手段とを備えるようにする。

このように本発明では、ユーザパケットの転送に際し、光ネットワークシステムを構成する各ノード制御装置が、自身の受信したカットスルー設定パケットに従って又は自身の判断により、自身の制御するノード装置の上位レイヤをカットスルーする光パスを設定できる。これにより、ユーザパケットの転送効率や処理遅延を低減できる。

【0009】

(B) また、上述の発明（請求項 1）においては、カットスルー要求パケットの送出又はカットスルー設定パケットの送出に先立って、カットスルーの必要性を判断し、必要と判断されたものについてのみ選択的にカットスルー光パスの設定を行うカットスルー光パス要／不要判断手段をさらに備えることが望ましい。この機能により、例えば、少量のパケットしか転送されないものについてまでカットスルー光パスが設定されるおそれをなくし得、資源の無駄使いを回避できる。

【 0 0 1 0 】

(C) また、上述の発明（請求項 1 又は 2）においては、カットスルー設定パケットの送出に先立って、カットスルー光パスの設定される経路上のノード装置間にカットスルー光パスの設定後も情報チャンネルが確保されるか否かを判断し、情報チャンネルが確保される場合に限りカットスルー光パスの設定を行う情報チャンネル確保手段をさらに備えることが望ましい。この機能により、カットスルー光パスの設定後に、当該光パス経路上のノード装置間における情報のやりとりができなくなるような事態を確実に回避できる。

【 0 0 1 1 】

(D) また、上述のように本発明（請求項 4）においては、ノード装置に、(1) 上位レイヤのヘッダ情報に従って入力された転送パケットの出力先を決定するルータ部と、(2) 光ファイバから光信号を抽出し又は光ファイバに光信号を挿入し又は任意の入出力光ファイバ間に光パスを設定する光クロスコネクタ部と、(3) 受信した転送パケットの指示に従って又は自身の判断に基づいて、光クロスコネクタ部の方路を切り替える請求項 1 又は 2 に記載のノード制御装置を設ける。

ノード装置をかかるとすることにより、本発明におけるノード装置では、転送効率や処理遅延の低減、また、情報チャンネルの確保などの効果を実現できる。

【 0 0 1 2 】

(E) また、上述の発明（請求項 4）においては、ルータ部から光クロスコネクタ部への出力のうち幾つかに宛先別バッファを接続すると共に、当該宛先別バッファから読み出されたパケットを光クロスコネクタ部の任意の入力ポートに接続可能なスイッチ部をさらに備えることが望ましい。この構成により、カットスルー

ー光パスを用いた通信効率の向上を実現できる。

【0013】

(F) また、上述の発明（請求項5）においては、ルータ部には、転送パケットの許容遅延量を判定し、許容遅延量が大きいパケットについてのみ宛先別バッファへの出力を認め、許容遅延量が小さいパケットについては直接的に上記光クロスコネクタ部に出力させる許容遅延認識機能手段をさらに備えることが望ましい。この構成により、リアルタイム系のパケットのように許容遅延時間の小さいパケットが誤って宛先別バッファに蓄積される事態を回避でき、通信品質の劣化を有効に回避できる。

【0014】

(G) また、本発明（請求項7）においては、ノード装置に、(1) 上位レイヤのヘッダ情報に従って入力された転送パケットの出力先を決定するルータ部と、(2) 光ファイバから光信号を抽出し又は光ファイバに光信号を挿入し又は任意の入出力光ファイバ間に光パスを設定する光クロスコネクタ部と、(3) 受信した転送パケットの指示に従って又は自身の判断に基づいて、光クロスコネクタ部の方路を切り替える請求項1又は2に記載のノード制御装置と、(4) 情報チャネル用に確保された固定波長の光信号を光ファイバから抽出し又は当該固定波長の光信号を光ファイバに挿入し、他のノード装置との情報信号の通信を可能とする情報チャネル用光パス抽出／挿入手段を設けるようにする。

ノード装置をかかるとすることにより、本発明におけるノード装置では、転送効率や処理遅延の低減、また、情報チャネルの確保などの効果を実現できる。

【0015】

(H) また、本発明（請求項8）においては、ノード装置に、(1) 上位レイヤのヘッダ情報に従って入力された転送パケットの出力先を決定するルータ部と、(2) 光ファイバから光信号を抽出し又は光ファイバに光信号を挿入し又は任意の入出力光ファイバ間に光パスを設定する光クロスコネクタ部と、(3) 受信した転送パケットの指示に従って又は自身の判断に基づいて、光クロスコネクタ部の方路を切り替える請求項1又は2に記載のノード制御装置と、(4) ユーザデータ用の

光パスに情報チャネル用のパイロットトーン信号を重畳し又はユーザデータ用の光パスから情報チャネル用のパイロットトーン信号を分離し、他のノード装置との情報信号の通信を可能とする情報チャネル用パイロットトーン信号重畳／受信手段と設けるようにする。

ノード装置をかかるとする構成とすることにより、本発明におけるノード装置では、転送効率や処理遅延の低減、また、情報チャネルの確保などの効果を実現できる。

【 0 0 1 6 】

(I) なお、上述の発明（請求項 8）においては、制御情報は情報チャネル用のパイロットトーン信号を用いて、主信号とは別に時分割多重方式にて伝送することが望ましい。これにより、パイロットトーンの衝突の可能性をなくすることができる。

【 0 0 1 7 】

(J) また、本発明（請求項 10）においては、光ネットワークシステムを、請求項 3～8 のいずれかに記載のノード装置を複数配置して構成することにより、転送効率や処理遅延の低減、また、情報チャネルの確保などの効果を実現できる。

【 0 0 1 8 】

(K) また、本発明（請求項 11）においては、光ネットワークシステム上における光パス設定方法として、(1) 一定時間が経過される度又は所定イベントが発生される度、各ノード装置が、自身に隣接するノード装置に、当該装置の接続情報及び当該装置に隣接するノード装置の接続情報を問い合わせる一方、自身が隣接するノード装置より当該問い合わせを受けた場合には自身の接続情報及び自身に隣接するノード装置の接続情報を応答する工程と、(2) カットスルー設定パケットの受信時又は自身の判断により、各ノード装置が、上記工程により獲得した光ネットワークシステム全体の接続情報を基に光スイッチを制御し、自身の制御するノード装置の上位レイヤをカットスルーする光パスを設定する工程を備えるものを採用する。

これにより、ユーザパケットの転送効率や処理遅延を低減できる。

【 0 0 1 9 】

(L) また、上述の発明（請求項 1 1）においては、(1) カットスルー光パスの設定に先立って、カットスルー光パスの設定される経路上のノード装置間にカットスルー光パスの設定後も情報チャネルが確保されるか否かを判断し、情報チャネルが確保される場合に限りカットスルー光パスの設定を行うことが望ましい。これにより、カットスルー光パスの設定後に、当該光パス経路上のノード装置間における情報のやりとりができなくなるような事態を確実に回避できる。

【 0 0 2 0 】

(M) また、上述の各発明（請求項 1 1 又は 1 2）においては、設定後のカットスルー光パスには、宛先別バッファから読み出したパケットを流すことが望ましい。これにより、カットスルー光パスを用いた通信効率の向上を実現できる。

【 0 0 2 1 】

(N) また、上述の発明（請求項 1 3）においては、宛先別バッファには遅延許容量の大きいパケットのみを蓄積させることが望ましい。これにより、リアルタイム系のパケットのように許容遅延時間の小さいパケットが誤って宛先別バッファに蓄積される事態を回避でき、通信品質の劣化を有効に回避できる。

【 0 0 2 2 】

(O) また、上述の各発明（請求項 1 1 ～ 1 4（請求項 1 2 を除く））においては、カットスルー光パスの設定後、当該カットスルー光パスの設定されたノード装置間における情報通信を、情報チャネル用に確保された固定波長の光信号を用いて実現することが望ましい。これにより、カットスルー光パスの設定後も常に情報チャネルを確保できる。

【 0 0 2 3 】

(P) また、上述の各発明（請求項 1 1 ～ 1 4（請求項 1 2 を除く））においては、カットスルー光パスの設定後、当該カットスルー光パスの設定されたノード装置間における情報通信を、ユーザデータ用の光パスに情報チャネル用のパイロットトーン信号を重畳することにより実現することが望ましい。これにより、カットスルー光パスの設定後も常に情報チャネルを確保できる。

【 0 0 2 4 】

(Q) また、上述の各発明（請求項 1 6）においては、情報チャネル用のパイロットトーン信号を時分割多重方式にて伝送することが望ましい。これにより、パイロットトーンの衝突の可能性をなくすることができる。

【0 0 2 5】

【発明の実施の形態】

(A) 光ネットワークシステムの構成

図 3 に、請求項に係る光ネットワークシステムの一実施形態例を示す。図 3 に示すように、この光ネットワークシステムは、1 つ又は複数の端末 1 を接続するノード装置 2 と、それらノード装置 2 を相互に接続する光ファイバ 3 とで構成されてなる。因みに、図 3 では、光ネットワークが網目状に構成される場合を表しているが、ループ状その他の形状に光ネットワークを構成することも可能である。

【0 0 2 6】

さて、この光ネットワークシステムでは、ノード装置 2 として、いずれも後述する各実施形態例に係るものが用いられる。すなわち、ノード装置 2 には、ルータ部 2 A と、ノード装置全体の動作を制御するノード制御機能部 2 B と、光クロスコネクタ部 2 C との 3 つの機能部から構成されるものが使用される。

【0 0 2 7】

ここで、これら 3 つの機能部は、必ずしも単一の筐体内に設けられている必要はなく、機能部ごとに別々の筐体内に設けられる場合も考えられる。もっとも、以下の説明では、これら 3 つの機能部の連携動作によって実現される光パス設定機能を実現する装置を「ノード装置」と呼ぶ。

【0 0 2 8】

また、以下の説明では、本願明細書に特有のノード装置と一般に使用されているノード装置との区別が必要とされる場合、本願明細書に特有な構成のノード装置を IP (Internet Protocol) / 光マルチレイヤスイッチノードと呼ぶことにする。

【0 0 2 9】

また、本願明細書に特有のノード装置は、IP フローの発生とは無関係に、各

IPフローに対する通信経路が既に定まっているトポロジードリブン型のマルチレイヤスイッチとして動作する場合に好適なものとする。

【0030】

以下、請求項に係るノード装置（ノード制御装置、光パス設定方法）を、IP／光マルチレイヤスイッチノードとして実現する場合についての各種の実施形態例を順に説明する。

【0031】

（B）第1の実施形態例

（B－1）機能構成

図1に、第1の実施形態例に係るノード装置の機能構成を示す。図に示すように、また前述の説明に示したように、ノード装置2は、ルータ部2Aと、ノード制御機能部2Bと、光クロスコネクタ部2Cとで構成されている。

【0032】

ルータ部2Aは、入力されたパケット信号からヘッダ部分を読み出し、当該ヘッダ部分に記述されている宛先に従って出力先を決定する機能を持つ。ここでの宛先は、他のノード装置や自に接続された端末やアクセス系ネットワークだけでなく、ノード装置自身の場合もある。

【0033】

ノード制御機能部2Bは、請求項のノード制御装置に相当する機能部であり、本実施形態例に係るノード装置の主要部を構成するものである。ノード制御機能部2Bは、光パス設定依頼機能部2B1と、光パス設定機能部2B2と、接続情報応答機能部2B3とその他必要な機能部からなり、前述の接続情報応答機能部2B3によって獲得したネットワーク情報と、到着したパケットの情報（又は現在流れているパケットの情報）とを照合し、必要と判断した場合には、自身と他の光クロスコネクタ部2Cの方路を切替える機能を持つ。各機能部の詳細については後述する。

【0034】

光クロスコネクタ部2Cは、光信号を光ファイバ網に挿入し又は光信号を光ファイバ網から抽出することにより、他のノード装置より入力された光信号を任意

の出力光ファイバに導き、物理的には必ずしも隣接しない2つのノード装置間に光パスを設定する機能を持つ。

【0035】

(B-2) ノード制御機能部2Bの構成

この実施形態例に係るノード制御機能部2Bは、前述の通り、以下の3つの機能部からなる。

【0036】

①光パス設定依頼機能部2B1

②光パス設定機能部2B2

③接続情報応答機能部2B3

【0037】

(B-2-1) 光パス設定依頼機能部2B1／光パス設定機能部2B2

前述の通り、ノード制御機能部2Bには、接続情報応答機能部2B3によって獲得したネットワーク情報と、到着したパケットの情報（又は現在流れているパケットの情報）とを照合し、自身の判断によりカットスルー光パスの設定が必要と判断した場合には、自身と他の光クロスコネクタ部2Cに方路を切り替える指示を出す機能が備えられている。

【0038】

この機能を実現するために設けられているのが、光パス設定依頼機能部2B1と光パス設定機能部2B2の2つである。このうち、方路の切替えを指示する（カットスルー設定パケットを出力する）のが光パス設定依頼機能部2B1であり、当該切替え指示に基づく実際の方路の切り替えを実行するのが光パス設定機能部2B2である。

【0039】

(B-2-2) 接続情報応答機能部2B3

接続情報応答機能部2B3は、一定時間が経過される度又は所定イベントが発生される度、自身の制御するノード装置に隣接するノード装置に、当該装置の接続情報及び当該装置に隣接するノード装置の接続情報を問い合わせる一方、自身が隣接するノード装置より当該問い合わせを受けた場合には自身の接続情報及び

自身に隣接するノード装置の接続情報を応答する機能を実現する。

【0040】

具体的には、論理的に隣接するルータ部 2 A に更にどのルータ部が接続されているか、自身に接続されている光クロスコネクタ装置部（もしくは光 ADM 装置部） 2 C がどういう機能を持っているか、光パス 3 がどのように接続されているかを一定時間ごと又はあるイベント毎に問い合わせ、問い合わせが来た際にはそれに応答する動作を実現する。

【0041】

ここでの問い合わせと回答は、パケット信号を用いたルータ部 2 A の機能として行っても良いし、別線を用いて行っても良い。

【0042】

なお、隣のルータ部 2 A にはさらに隣の隣のルータ部 2 A の情報が書き込まれているはずであるから、第 1 の機能を繰り返し実行することにより、ノード制御機能部 2 B は、ネットワーク全体の情報を得ることができる。因みに、かかる問い合わせは、隣接するノード装置 2 以外に対しても行うことができる。

【0043】

当該機能によって求められた、隣接するノード装置（ルータ部 2 A + 光クロスコネクタ部 2 C）の情報と、更にその先のノード装置 2 や、ノード装置間の接続状態はルータ部 2 A に与えられる。

【0044】

（B-3）光パス設定動作

続いて、上述の機能構成を有するノード装置（ノード制御装置、光パス設定方法）による光パスの設定動作について説明する。図 4 及び図 5 に、光ネットワーク上にカットスルー用の光パスが設定されてゆく様子を示す。なお、図 4 及び図 5 では、光ネットワーク上に第 1 ～第 4 のノード装置（図中、ノード 1 ～4 で示す。）が配置されており、各ノード装置のそれぞれに端末（図中、端末 1 ～4 で示す。）が 1 つずつ接続されているものとして説明する。

【0045】

まず、最初の状態（図 4（A））では、各ノード装置 2 は、互いに光ファイバ

3で接続されているものの、互いの機能や性能の他、光パスの状態については知らない。この状態で、各ノード装置2は、前述の接続情報応答機能部2B3による処理を実行し、隣接ノードに関する情報の収集を開始する(図4(B))。すなわち、各ノードは、自身の情報を隣接するノードに送信する。これにより、例えば、ノード1については、ノード2とノード3の情報を獲得する。同様に、ノード2については、ノード1とノード4の情報を獲得する。

【0046】

かかる情報の受け渡しが終了すると、各ノード装置2は、再度、自身が保有する情報を隣接する他のノードに送信する(図4(C))。ここで、各ノードには、先ほどの受け渡しで隣りのノードから伝えられた情報が存在しているので、今回の受け渡しでは、あるノードに着目すると、隣接ノードとその隣接ノードの情報が得られることになる。例えば、ノード1についてであれば、ノード2が知っているノード4の情報が得られる。これを定期的に行うことにより、光ネットワーク全体の情報が各ノード装置2に獲得されることになる。

【0047】

なお、ユーザ間の通信が開始される前に各ノード装置が光ネットワーク全体の情報を獲得可能なのは、言うまでも無く、本実施形態が前提とする光ネットワークシステムがトポロジー駆動型の光ネットワークシステムで構成されているためである。

【0048】

かかる状態で、光ネットワークシステムを構成するある端末から他の端末へ宛てたユーザパケットが光ネットワーク内に流れ込んだとする。ここでは、端末1から端末4へのユーザパケットがノード1に流入したものとする。このとき、ノード1のルータ部2Aは、当該ユーザパケットの宛先を解析し、始点ノードは自身(ノード1)となること、終点ノードはノード4となることを認識する。また、既に獲得している情報より、ノード1と2の間の光パス資源とノード2と4の間の光パス資源に非常に余裕があることを認識する。

【0049】

この認識の結果、ノード装置2は、光パス設定依頼機能部2B1によって、伝

送経路上におけるルータ部 2 A での中継ホップ数になるべく少なくなるように、つまり、光クロスコネクタ 2 C 内で中継されてルータ部 2 A をカットスルーするように光パスを決定し、当該光パスを実際に設定するように中継経路上のノードに指示を出す（依頼する）。

【 0 0 5 0 】

例えば、図 5（A）の場合、ノード 1 は、ノード 2 と 4 に対し、ノード 1 及び 4 間にノード 2 をカットスルーする光パスを設定するように依頼を出す。

【 0 0 5 1 】

なお、ここで設定を依頼するカットスルー光パスは、必ずしも、始点ノードから終点ノードまでの途中のルータ部を一切介することなく光パスが設定されなければならない訳ではない。1 つでもルータ部 2 A におけるパケットフォワーディング処理が削減されれば、それだけでも、ルータ部 2 A に掛かる負荷は削減され、スループットの向上と遅延時間の削減が達成されるからである。

【 0 0 5 2 】

また、必ずしもカットスルー数を最大にしなくても、光ネットワークシステム全体でのスループットが向上したり、遅延時間が小さくなるなど、別の有効な指標があれば、それに基づいて光パスを設定することも可能である。

【 0 0 5 3 】

さて、ノード 2 及びノード 4 では、当該依頼を受信すると、光パス設定機能部 2 B 2 を用いて実際にカットスルー光パスを設定し、設定が完了した時点で設定完了をノード 1 に通知する（図 5（B））。なお、図中では、当該通知を細線の矢印で示す。この通知によって、カットスルーに関係するノード装置は、ユーザパケットのルーティングに使用するルーティングテーブルの書き換えを行う。そして、ルーティングテーブルの書き換え終了後、パケットは新しく設定された光パスのルートを通して転送される（図 5（C））。

【 0 0 5 4 】

なおここで、カットスルー光パスによる転送の求められているユーザパケットの取り扱い方法としては、カットスルー光パスが新たに経路が設定されるまでノード装置内で待機させる方法の他、カットスルー光パスが新たに設定されるまで

は古い既存の経路を介して転送し、設定後に経路を切り替えるなどの方法が考えられる。

【0 0 5 5】

ところで、光パス設定機能部 2 B 2 は、新たに設定したカットスルー光パスを、設定から一定時間の経過後に、又はカットスルー光パスの両端に位置するノード装置における通信パケット数の減少などイベント発生時に開放することができるようになっている。ここでの開放は、物理的な開放であっても良いし、とりあえず設定状態ではあるが、新たな光パス設定要求があった際に余剰資源とみなされ、設定が変更されるという論理的な開放状態のどちらでも良い。

【0 0 5 6】

この場合、カットスルーパスの両端に位置するノード装置における通信パケット数の減少は、各ノード装置間に設けられている通信専用線（光パス又は電線）又は各ノード装置間に張られている他の光パスを数ホップ経由する等して通知されるものとする。

【0 0 5 7】

(B－4) 実施形態例の効果

上述のように、本実施形態例に係る機能構成を有するノード装置（ノード制御装置、光パス設定方法）を光ネットワークシステム上に配置することにより、I P レイヤ（第 3 階層）をカットスルーさせることが可能となり、ルータ部 2 A に掛かる負荷を従来システムに比して格段に削減することができる。かくして、パケット伝送におけるスループットの向上や遅延時間の削減を実現できる。従って、当該光ネットワークシステムを、インターネット・サービスに利用すれば、ユーザはレスポンスが速くなる等の恩恵をこうむることができる。

【0 0 5 8】

(C) 第 2 の実施形態例

続いて、第 2 の実施形態例を、図 6 を用いて説明する。この第 2 の実施形態例は、上述した各実施形態例に係るノード装置 2 に搭載されるノード制御機能部 2 B に、次の機能部をさらに追加した点を特徴とするものであり、上述の実施形態例に対する変形例に相当するものである。

【 0 0 5 9 】

ここでは、新たに追加する機能部を、カットスルー光パス要／不要判断機能部 2 B 4 と呼ぶことにする。このカットスルー光パス要／不要判断機能部 2 B 4 は、前述の実施形態例で説明したカットスルー光パスの設定動作が実際に開始される前に設定の必要性を判断し、必要があると判断された場合にのみ選択的にカットスルー光パスの設定を行えるようにできるようにするための機能である。

【 0 0 6 0 】

具体的には、エッジノードがカットスルー設定パケットを送出する前に、カットスルー光パス要／不要判断機能部 2 B 4 が、以下の判断基準に基づいて判断する。

【 0 0 6 1 】

ここで使用する判断基準は、これから転送を開始するユーザパケットと同一の送信元アドレス（S A）及び宛先アドレス（D A）をもつパケットが、今後大量に光ネットワークシステム上を転送される可能性があるか否かである。なお、ここでの可能性は、同一経路上に大量にパケットが流れる可能性があるか否かだけでなく、遅延時間に対する要求の厳しい（実時間性の高い）アプリケーションパケットであるか否かによっても判断される。

【 0 0 6 2 】

そして、新たにカットスルー光パスを設定することが必要だと判断された場合のみ、上述の各実施形態例において説明したカットスルー設定パケットの送出手を許容する。

【 0 0 6 3 】

なお、カットスルー光パス要／不要判断機能部 2 B 4 に基づく新たなカットスルー光パスを設定するか否かの判断は、必ずしもエッジノード上で行われる必要はない。

【 0 0 6 4 】

かくして、第 2 の実施形態例に係る機能構成を有するノード装置（ノード制御装置、光パス設定方法）を光ネットワークシステム上に配置すれば、新たに必要のある場合にのみカットスルー用の光パスが設定されるようになるので、すなわ

ち、ネットワーク全体又はあるユーザにとって必要性の高いサービスが提供される場合にのみカットスルー用の光パスが設定されるようになるので、波長数の限界が数十から数百程度である現在の光通信技術の状況下では、波長資源の無駄が必要最小限とできるシステムを構築できる。

【0065】

(D) 第3の実施形態例

上述の第1及び第2の実施形態例は、大雑把に言うと、光パスの動的配置という基本概念と、MPLS (Multi-Protocol-Label-Switching) 等に代表されるIP/ATM (Asynchronous Transfer Mode) ルータにおけるトポロジー駆動型マルチレイヤスイッチとを組み合わせた方法とも言うことができるが、IP/ATMが想定する資源環境と本願明細書で説明するIP/Lightwaveが想定する資源環境とは必ずしも同じではない。

【0066】

例えば、IP/ATMの場合であれば、ATMは物理網上に論理的にチャンネルを設定することができるため、多数のチャンネルを持つことが可能であり、各パスの帯域は小さくても良い。

【0067】

しかし、IP/Lightwaveの場合には、光パスの本数が光波長多重数で制限され、その帯域は光信号速度と等しくなってしまう。ここで、現在の光伝送信号速度は2.5 [Gbit/sec] ~ 20 [Gbit/sec] であり、これに比べるとルータ部2Aの速度は遅いものが多い。また、インタフェースの速度として2.5 [Gbit/sec] 等の高速のものも存在はするが、実際のスループットはそこまで出ないものが多い。また、仮に、ルータ部2Aの速度が超高速になったとしても、アクセス系の速度がそれと同様になるとは限らない。

【0068】

従って、前述の各実施形態例のように、第3層のルータ処理を光パスによってカットスルーしても、IP帯域(第3層)が光信号の帯域(第2層)の数%~数十%しか埋まらず、無駄になってしまう可能性もある。

【0069】

本実施形態例は、このような場合にも、光パスの帯域をできるだけ有効に活用できるノード装置（ノード制御装置、光パス設定方法）の実現、ひいては光パスの帯域利用効率の高い光ネットワークシステムような実現を目的とする。図 7 に、本実施形態例に係るノード装置の構成例を示す。なお、ノード制御機能部 2 B には、前述の第 1 の実施形態例で説明したノード制御機能部 2 B を適用する。

【 0 0 7 0 】

本実施形態例に特有の構成は、ノード装置 2 を構成するルータ部 2 A の出力の幾つかに宛先別バッファ 2 D を設けた点である。すなわち、ルータ部 2 A のデータ出力が、宛先別バッファ 2 D を介してから光クロスコネクタ（光 ADM） 2 C に与えられるようにしたことを特徴とする。

【 0 0 7 1 】

なお、宛先別バッファ 2 D には、各バッファから読み出された信号を任意の光クロスコネクタ 2 C の入力ポートに導くことを可能とするスイッチ機能部 2 E を持たせるものとする。もっとも、このスイッチ機能部 2 E については、光クロスコネクタ 2 C 側の機能として実現する等様々な実現方法が考えられる。

【 0 0 7 2 】

次に、本実施形態例に係るノード装置 2 によって実現される IP パケットの転送動作を説明する。本実施形態例におけるノード装置 2 は、端末（又はアクセス網）から IP パケットが送られてくると、一旦、宛先別バッファ 2 D に蓄積する。そして、宛先別バッファ 2 D がある程度溜まった状態になってから、ノード制御機能部 2 B によりカットスルー用の光パスの設定処理を実行する。

【 0 0 7 3 】

なお、図 7 中、ルータ部 2 A とスイッチ機能部 2 E との間のデータ線の総数を x 、またスイッチ機能部 2 E とインタフェース部 2 C 1 との間のデータ線の総数を y 、そしてルータ部 2 A とスイッチ機能部 2 E との間のデータ線のうち、宛先別バッファの設けられていないものの本数を z としたとき、これら x 、 y 、 z は任意の本数ではあるが、 $y = z$ であることが効率的である。 $y > z$ ならば、ルータ部 2 A のインタフェースが少なくなり、逆に $y < z$ ならば、ルータ部 2 A のインタフェースが多すぎて無駄だからである。

【 0 0 7 4 】

そして、カットスルー用光パスが設定されると、それまで宛先別バッファ 2 D に蓄積されていた I P パケットが一気に宛先ノードに向けて送信される。この送信が終了された後、当該カットスルー用光パスは開放される。なお、開放後の光パスは、今度は別の宛先別バッファ 2 D に蓄積されている I P パケットの送信に使用されることになる。なお、カットスルー用光パスの設定動作については、上述の各実施形態例において説明したのと同様の動作となるので説明を省略した。

【 0 0 7 5 】

なおここで、宛先別バッファ 2 D に蓄積される I P パケットの宛先は必ずしも完全に同一である必要はない。最終的には別の宛先であっても、その直前まで同じ経路を通るパケットならば、同一の宛先別バッファ 2 D に蓄積しても効果が得られるからである。

【 0 0 7 6 】

このように、第 3 の実施形態例に係る機能構成を有するノード装置（ノード制御装置、光パス設定方法）を光ネットワークシステム上に配置すれば、カットスルー用光パスの設定により、ルータ部 2 A に掛かる負荷の低減とスループットの向上とを実現できるのに加えて、限られた光信号の帯域をより有効に利用できるという効果が得られる。

【 0 0 7 7 】

特に、現在実用化されている光スイッチは切替え速度があまり高速でないので、切替え時間に要するオーバーヘッドをできるだけ短くしたい（頻繁に光パスを切替えるのではなく、ある程度溜めてある程度の連続した時間光パスを設定しておきたい）という要望があることから本方式は有効である。

【 0 0 7 8 】

（E）第 4 の実施形態例

続いて、第 4 の実施形態例を、図 8 を用いて説明する。この第 4 の実施形態例は、上述した第 3 の実施形態例の変形例に相当するものである。この第 4 の実施形態例と第 3 の実施形態例との相違点は、本実施形態例の場合、ノード装置 2 を構成するルータ部 2 A に許容遅延認識機能部 2 A 1 を新たに設ける点である。な

お、許容遅延認識機能部 2 A 1 は、専ら、送信側エッジノード上にて機能する。

【 0 0 7 9 】

この機能部を設けた理由は、第 2 の実施形態例だけで生じる可能性のある問題を適応的に回避できるようにするためである。すなわち、第 2 の実施形態例の場合には、スループットの向上と帯域の有効活用が可能となる一方で、遅延時間が問題となる可能性があるためである。例えば、インターネット・テレビ電話等リアルタイム系アプリケーション用のパケットについては、当該パケットが所定時間以上に亘って蓄積されることになると、かえってサービス品質の低下を招く可能性がある。

【 0 0 8 0 】

そこで、本実施形態例に係るノード装置は、ルータ部 2 A の許容遅延認識機能部 2 A 1 によって、現在転送対象になっているパケットが、インターネットテレビ電話等に代表されるリアルタイム系アプリケーションのパケットであるか、ファイル転送等に代表される非リアルタイム系アプリケーションのパケットであるかを判別し、後者と判別されたものについてのみ宛先別バッファ 2 D を用いたパケットの転送を選択するようにする。

【 0 0 8 1 】

なお、本実施形態例に係るノード装置は、非リアルタイム系アプリケーションのパケット（宛先別バッファ 2 D に蓄積されるもの）については、ある程度溜まった時点で（又は、ある時間間隔などのイベントによって）、光レイヤに設定したカットスルー用の光パスを介して転送を行うようにする。ここで、当該パケットの転送に使用する光パスとしては、例えば、帯域の使用効率を優先に設定したもの（カットスルー数が最大となるように設定したもの）を用いる。

【 0 0 8 2 】

一方、リアルタイム系アプリケーションのパケット（宛先別バッファ 2 D に蓄積しないで直接転送するもの）については、上述の各実施形態例に示したように、動的に配置される光パスを使用しても良いし、固定的に配置された光パスを用いて転送を行うようにしても良い。なおここで、動的に配置される光パスの例としては、帯域に多少無駄が生じてルータ部 2 A における遅延時間を最小化する

ように配置された光パスと、遅延時間が多少生じてスループットの最大化を目指すように配置された光パスとが考えられる。

【 0 0 8 3 】

このように、第 4 の実施形態例に係る機能構成を有するノード装置（ノード制御装置、光パス設定方法）を光ネットワークシステム上に配置することにすれば、第 5 の実施形態例における特長に加え、リアルタイム系アプリケーションの packets を宛先別バッファでのキューイング遅延なく転送できるという効果を得ることができる。

【 0 0 8 4 】

（F）第 5 の実施形態例

既に述べたように、第 1 及び第 2 の実施形態例は、大雑把に言うと、光パスの動的配置という基本概念と、MPLS 等に代表される IP/ATM ルータにおけるフロー駆動型マルチレイヤスイッチとを組み合わせた方法とも言えるが、IP/ATM が想定する資源環境と本願明細書で説明する IP/Lightwave が想定する資源環境とは必ずしも同じではない。

【 0 0 8 5 】

例えば、IP/ATM の場合であれば、ATM は物理網上に論理的にチャンネルを設定することができるため、隣接ノードとの通信は論理チャンネルを 1 つ残しておけばそれで確保できた。

【 0 0 8 6 】

しかし、IP/Lightwave の場合には、光パスの本数が光波長多重数と等しく、帯域の小さな情報転送用の論理チャンネルを ATM と同じ方法で持つことはできない。従って、何らの対策を持たなければ、光ネットワークシステム上のあるノード装置が、ある隣接ノード装置より入力する全ての光パスをカットスルーに使用するよう設定してしまうと、もはや、そのノード装置と隣接ノード装置との間では、光パスの設定開放などの通信を直接的に行うことができなくなってしまう。

【 0 0 8 7 】

もちろん、1 つでも他のノード装置と通信できる光パスが残っていれば、その

光パスを用いてホップを重ねれば、他のいずれのノード装置とも通信することは可能であるが、その場合には、その光パスに大きな負担が掛かってしまう。

【0088】

そこで、本実施形態例に係るノード装置においては、常に、他のノード装置との間に情報チャネルとして利用できる光パスを残すための制御を行う機能部を、ノード制御機能部 2 B に設ける構成を提案する。本明細書では、当該機能部を情報チャネル確保機能部 2 B 5 と呼ぶことにする。

【0089】

図 9 に、本実施形態に係るノード装置の構成例を示す。なお、図 9 には（その他の図面においても）図示していないが、他のノード装置との間で情報信号をやり取りする情報信号処理機能部が、ノード制御機能部 2 B に設けられている。上述の又は後述する他の実施形態例についても同じである。

【0090】

また、図 9 では、前述の第 1 の実施形態例に係るノード装置に情報チャネル確保機能部 2 B 5 を付加した構成のものを表しているが、当然に、第 2 ～第 4 の実施形態例に係る各ノード装置について、本実施形態例に係る情報チャネル確保確認機能部 2 B 5 を適用することは可能である。

【0091】

次に、かかる構成を有するノード装置によるカットスルー用光パスの設定について説明する。まず、ノード装置 2 は、光レイヤ（第 2 層）による IP レイヤ（第 3 層）のカットスルー要求を受け取ると、前述のノード制御機能部 2 B の機能部によって空き波長資源の有無及び適否を確認しカットスルーが可能か否かを判定する。

【0092】

ここで、カットスルー用光パスの設定が可能であった場合、ノード装置 2 は、情報チャネル確保機能部 2 B 5 によって、当該光パスを実際に設定した場合に、他のノード装置との間で通信を行うのに必要な情報チャネルが残されるか否かを判断する。そして、必要な情報チャネルが残ることが確認された場合に、ノード装置 2 は、光パスへの切り替えを実際に実行する。

【 0 0 9 3 】

なお、このように確保された情報チャネル用の光パスには、一般のデータパケットを転送することもできる。また、当該情報チャネルは、隣接ノード装置との間に設定される場合が最も単純な形態であるが、必ずしもその必要はない。何度かのパケットフォワーディングを必要とする（遠回りする）にしても、要は、必要な情報（パケット）が、確保された情報チャネルを介して宛先に届けば良いからである。

【 0 0 9 4 】

上述のように、本実施形態例に係るノード装置（ノード制御装置、光パス設定方法）を光ネットワークシステム上に配置すれば、上述の各実施形態例での効果に加え、隣接ノード間に情報チャネルを常に確保できるという更なる効果を期待できる。かくして、光パスの設定開放等の通信を常に直接的に実行できる。

【 0 0 9 5 】

（G）第 6 の実施形態例

続いて、第 6 の実施形態例を、図 1 0 を用いて説明する。上述の第 5 の実施形態例は、結果的に情報チャネルの確保されれば良いとする技術思想に基づく構成例であるが、本実施形態例では、情報チャネル用として予め専用の光パスを設定することで（ある光波長を情報チャネル用に固定的に割り当てることで）、カットスルー用光パスの設定開放を保証できるノード装置について説明する。

【 0 0 9 6 】

かかる機能を実現するため、本実施形態例に係るノード装置 2 の場合には、光ファイバ 3 から特定波長の光信号を抽出し、又は、特定の波長の光信号を光ファイバ 3 に挿入する情報チャネル用光パス抽出／挿入部 2 F を、ノード装置内に設けることにする。

【 0 0 9 7 】

情報チャネル用光パス抽出／挿入部 2 F は、ある時は、他のノード装置から転送されてきた情報チャネル用の光信号を光ファイバ 3 から抽出する手段として機能し、またある時は、他のノード装置に対し情報チャネル用の光信号を挿入する手段として機能する。

【 0 0 9 8 】

すなわち、情報チャンネル用光パス抽出／挿入部 2 F は、光ファイバ 3 から特定波長の光信号を抽出してルータ部 2 A に転送し、当該光信号に重畳された情報を処理する情報信号処理機能部（ノード制御機能部 2 B 内）へと導く。また、情報チャンネル用光パス抽出／挿入部 2 F は、情報信号処理機能部（ノード制御機能部 2 B 内）が他のノード装置に宛てた情報をルータ部 2 A を経由して受け取ると、当該情報を重畳した特定波長の光信号を光ファイバ 3 に挿入する。

【 0 0 9 9 】

なお、カットスルー用光パスの設定手順やユーザパケットの転送手順等、基本的な動作については他の実施形態例の場合と同じである。

【 0 1 0 0 】

このように、本実施形態例に係るノード装置（ノード制御装置、光パス設定方法）を光ネットワークシステム上に配置すれば、光パスの切替え等に必要とされる情報の転送に必要な情報チャンネルを物理的に確実に確保することができる。

【 0 1 0 1 】

（H）第 7 の実施形態例

続いて、第 7 の実施形態例を、図 1 1 を用いて説明する。この第 7 の実施形態例は、上述の第 6 の実施形態例の場合とは異なり、情報チャンネル用の専用の光パスを予め設定しておくのではなく、ユーザデータ用の通常のカットスルー光パスにパイロットトーン信号を重畳して流すことで、情報チャンネルを常時確保する場合の構成例である。

【 0 1 0 2 】

本実施形態例に係るノード装置 2 は、ノード装置内に設けた情報チャンネル用パイロットトーン信号重畳／受信機能部 2 G により当該機能を実現する。この機能部の存在により、仮にあるノード装置 2 における全ての又はほとんど全ての光パスがカットスルー用の光パスに設定されている場合でも、隣接ノード間（又は少し離れたノード間）での情報のやりとりが可能となる。

【 0 1 0 3 】

勿論、本方式をそのまま適用する場合にも一定の効果は期待できるが、同時期

に同一パス上の複数のノード装置がパイロットトーン信号を送信するような事態が生じると、最下流のノード装置においてパイロットトーン信号の衝突を招き、送信した情報が受け取れなくなるおそれがある。

【0104】

そこで、本実施形態例では、以下のような手段を講じるのが一層効果的である。例えば、情報を送る時のみバースト的にパイロットトーン信号を流すようにする。この場合、パイロットトーン信号の衝突によって受信ができない事態が生じたとしても、最下流のノードは、当該情報チャネルの空き時間を利用して再送要求をかけることができる。また例えば、正常に情報が受信された場合には必ず肯定応答（ACK）を送信側に返送することを定めておくことにより、当該肯定応答（ACK）が帰ってこなければ自動的に情報の再送を行う構成としても良い。

【0105】

なおこの場合、再送は上流側のノードが何らかの手段（例えば、再送までの時間を乱数で決めるなど）により時間をずらして行うことで更なる衝突の発生確率を低減できる。

【0106】

以上のように本実施形態例に係るノード装置（ノード制御装置、光パス設定方法）を光ネットワークシステム上に配置すれば、あるノード装置における全て又はほとんど全ての光パスが通過（カットスルー）する場合でも隣接ノード装置間（少し離れたノード装置を含む。）での情報のやり取りを可能とできる。

【0107】

（I）第8の実施形態例

続いて、第8の実施形態例を、図12を用いて説明する。本実施形態においては、上述の第7の実施形態例の場合とは異なり、ユーザデータ用の通常のカットスルー光パスにパイロットトーン信号をTDM多重することで、情報チャネルの確保を実現する場合について説明する。

【0108】

本実施形態例に係るノード装置2は、ノード装置内に設けた情報チャネル用TDMパイロットトーン重畳／受信機能部2Hにより当該機能を実現する。ここで

、パイロットトーン信号のTDM多重例を図13に示す。図では、最上流のノード装置2(1)がパイロットトーン信号を流したタイムスロットを基準として、次段以降のノード装置2(2)、(3)…がそれぞれ異なるタイムスロットに自身の情報を重畳する様子を表している。

【0109】

なお、同期は、パイロットトーン信号を受信する際に使用する同期回路をそのまま利用することもできる。また、当然であるが、異なる光パスでは同じ周波数のパイロットトーン信号を用いても混信のおそれはない。

【0110】

以上のように本実施形態例に係るノード装置(ノード制御装置、光パス設定方法)を光ネットワークシステム上に配置すれば、パイロット信号同士の衝突のおそれなく情報の伝送が可能となる。

【0111】

なお、本実施形態においては、パイロットトーン信号をTDM多重方式を採用したが、各ノード装置ごとに異なる周波数のパイロットトーン信号の送受信装置を配置し、これら装置によってノード装置間の通信を可能としても良い。ここで、パイロットトーン信号の周波数は、ノード装置ごとに異なるものを割り当てるのが原則であるが、十分に距離の離れたノード装置において受信される別のノード装置のパイロットトーン信号が十分に弱くなっているようであれば、同じ周波数を適当な空間配置で使用しても良い。

【0112】

(J) 他の実施形態

なお、上述の実施形態例においては、ノード装置2として、入力パケットの第3層(ネットワーク層)アドレスを基にパケットを高速転送する、いわゆるレイヤー3スイッチの場合について述べたが、TCPやUDPのポート番号など、入力パケットの第4層(トランスポート層)のヘッダ情報を読み取ってパケットの転送処理を行う、いわゆるレイヤ4スイッチその他にも適用し得る。

【0113】

【発明の効果】

(A) 上述のように本発明（請求項 1）によれば、光ネットワークシステムを構成するノード装置に、(1) 接続情報応答手段と、(2) 光パス設定手段を備え、ユーザパケットの転送に際し、光ネットワークシステムを構成する各ノード制御装置が、自身の受信したカットスルー設定パケットに従って又は自身の判断により、自身の制御するノード装置の上位レイヤをカットスルーする光パスを設定できるようにしたことにより、ユーザパケットの転送効率や処理遅延を低減できる。

【0 1 1 4】

(B) また、上述の発明（請求項 1）においては、カットスルー要求パケットの送出又はカットスルー設定パケットの送出に先立って、カットスルーの必要性を判断し、必要と判断されたものについてのみ選択的にカットスルー光パスの設定を行うカットスルー光パス要／不要判断手段をさらに備えることにより、例えば、少量のパケットしか転送されないものについてまでカットスルー光パスが設定されるおそれをなくし得、資源の無駄使いを回避できる。

【0 1 1 5】

(C) また、上述の発明（請求項 1 又は 2）においては、カットスルー設定パケットの送出に先立って、カットスルー光パスの設定される経路上のノード装置間にカットスルー光パスの設定後も情報チャネルが確保されるか否かを判断し、情報チャネルが確保される場合に限りカットスルー光パスの設定を行う情報チャネル確保手段をさらに備えることにより、カットスルー光パスの設定後に、当該光パス経路上のノード装置間における情報のやりとりができなくなるような事態を確実に回避できる。

【0 1 1 6】

(D) また、上述のように本発明（請求項 4）によれば、ノード装置に、(1) ルータ部と、(2) 光クロスコネクタ部と、(3) 請求項 1 又は 2 に記載のノード制御装置を設けることにより、転送効率や処理遅延の低減、また、情報チャネルの確保などの効果を実現できる。

【0 1 1 7】

(E) また、上述の発明（請求項 4）においては、ルータ部から光クロスコネクタ部への出力のうち幾つかに宛先別バッファを接続すると共に、当該宛先別バッ

ファから読み出されたパケットを光クロスコネクタ部の任意の入力ポートに接続可能なスイッチ部をさらに備えることにより、カットスルー光パスを用いた通信効率の向上を実現できる。

【 0 1 1 8 】

(F) また、上述の発明（請求項 5）においては、ルータ部には、転送パケットの許容遅延量を判定し、許容遅延量が大きいパケットについてのみ宛先別バッファへの出力を認め、許容遅延量が小さいパケットについては直接的に光クロスコネクタ部に出力させる許容遅延認識機能手段をさらに備えることにより、リアルタイム系のパケットのように許容遅延時間の小さいパケットが誤って宛先別バッファに蓄積される事態を回避でき、通信品質の劣化を有効に回避できる。

【 0 1 1 9 】

(G) また、上述のように本発明（請求項 7）によれば、ノード装置に、(1) ルータ部と、(2) 光クロスコネクタ部と、(3) 請求項 1～3 のいずれかに記載のノード制御装置と、(4) 情報チャネル用光パス抽出／挿入手段とを設けることにより、転送効率や処理遅延の低減、また、情報チャネルの確保などの効果を実現できる。

【 0 1 2 0 】

(H) また、上述のように本発明（請求項 8）によれば、ノード装置に、(1) ルータ部と、(2) 光クロスコネクタ部と、(3) 請求項 1～3 のいずれかに記載のノード制御装置と、(4) 情報チャネル用パイロットトーン信号重畳／受信手段とを設けることにより、転送効率や処理遅延の低減、また、情報チャネルの確保などの効果を実現できる。

【 0 1 2 1 】

(I) なお、上述の発明（請求項 8）においては、情報チャネル用のパイロットトーン信号を時分割多重方式にて伝送することにより、パイロットトーンの衝突の可能性をなくすることができる。

【 0 1 2 2 】

(J) また、上述のように本発明（請求項 10）によれば、光ネットワークシステムを、請求項 4～9 のいずれかに記載のノード装置を複数配置して構成するこ

とにより、転送効率や処理遅延の低減、また、情報チャネルの確保などの効果を実現できる。

【 0 1 2 3 】

(K) また、上述のように本発明（請求項 1 1）によれば、光ネットワークシステム上における光パス設定方法として、(1) 一定時間が経過される度又は所定イベントが発生される度、各ノード装置が、自身に隣接するノード装置に、当該装置の接続情報及び当該装置に隣接するノード装置の接続情報を問い合わせる一方、自身が隣接するノード装置より当該問い合わせを受けた場合には自身の接続情報及び自身に隣接するノード装置の接続情報を応答する工程と、(2) カットスルー設定パケットの受信時又は自身の判断により、各ノード装置が、上記工程により獲得した光ネットワークシステム全体の接続情報を基に光スイッチを制御し、自身の制御するノード装置の上位レイヤをカットスルーする光パスを設定する工程を備えるものを採用することにより、ユーザパケットの転送効率や処理遅延を低減できる。

【 0 1 2 4 】

(L) また、上述の発明（請求項 1 1）においては、カットスルー光パスの設定に先立って、カットスルー光パスの設定される経路上のノード装置間にカットスルー光パスの設定後も情報チャネルが確保されるか否かを判断し、情報チャネルが確保される場合に限りカットスルー光パスの設定を行うことにより、カットスルー光パスの設定後に、当該光パス経路上のノード装置間における情報のやりとりができなくなるような事態を確実に回避できる。

【 0 1 2 5 】

(M) また、上述の各発明（請求項 1 1 又は 1 2）においては、設定後のカットスルー光パスには、宛先別バッファから読み出したパケットを流すことにより、カットスルー光パスを用いた通信効率の向上を実現できる。

【 0 1 2 6 】

(N) また、上述の発明（請求項 1 3）においては、宛先別バッファには遅延許容量の大きいパケットのみを蓄積させることにより、リアルタイム系のパケットのように許容遅延時間の小さいパケットが誤って宛先別バッファに蓄積される事

態を回避でき、通信品質の劣化を有効に回避できる。

【0 1 2 7】

(O) また、上述の各発明（請求項 1 1 ～ 1 4（請求項 1 2 を除く））においては、カットスルー光パスの設定後、当該カットスルー光パスの設定されたノード装置間における情報通信を、情報チャネル用に確保された固定波長の光信号を用いて実現することにより、カットスルー光パスの設定後も常に情報チャネルを確保できる。

【0 1 2 8】

(P) また、上述の各発明（請求項 1 1 ～ 1 4（請求項 1 2 を除く））においては、カットスルー光パスの設定後、当該カットスルー光パスの設定されたノード装置間における情報通信を、ユーザデータ用の光パスに情報チャネル用のパイロットトーン信号を重畳することにより実現することにより、カットスルー光パスの設定後も常に情報チャネルを確保できる。

【0 1 2 9】

(Q) また、上述の各発明（請求項 1 6）においては、情報チャネル用のパイロットトーン信号を時分割多重方式にて伝送することにより、パイロットトーンの衝突の可能性をなくすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

ノード装置の第 1 の実施形態例を示す機能ブロック図である。

【図 2】

光ネットワークシステムの従来例を示す図である。

【図 3】

光ネットワークシステムの実施形態例を示す図である。

【図 4】

カットスルー光パスが設定される様子を示す図である（その 1）。

【図 5】

カットスルー光パスが設定される様子を示す図である（その 2）。

【図 6】

ノード装置の第 2 の実施形態例を示す機能ブロック図である。

【図 7】

ノード装置の第 3 の実施形態例を示す機能ブロック図である。

【図 8】

ノード装置の第 4 の実施形態例を示す機能ブロック図である。

【図 9】

ノード装置の第 5 の実施形態例を示す機能ブロック図である。

【図 1 0】

ノード装置の第 6 の実施形態例を示す機能ブロック図である。

【図 1 1】

ノード装置の第 7 の実施形態例を示す機能ブロック図である。

【図 1 2】

ノード装置の第 8 の実施形態例を示す機能ブロック図である。

【図 1 3】

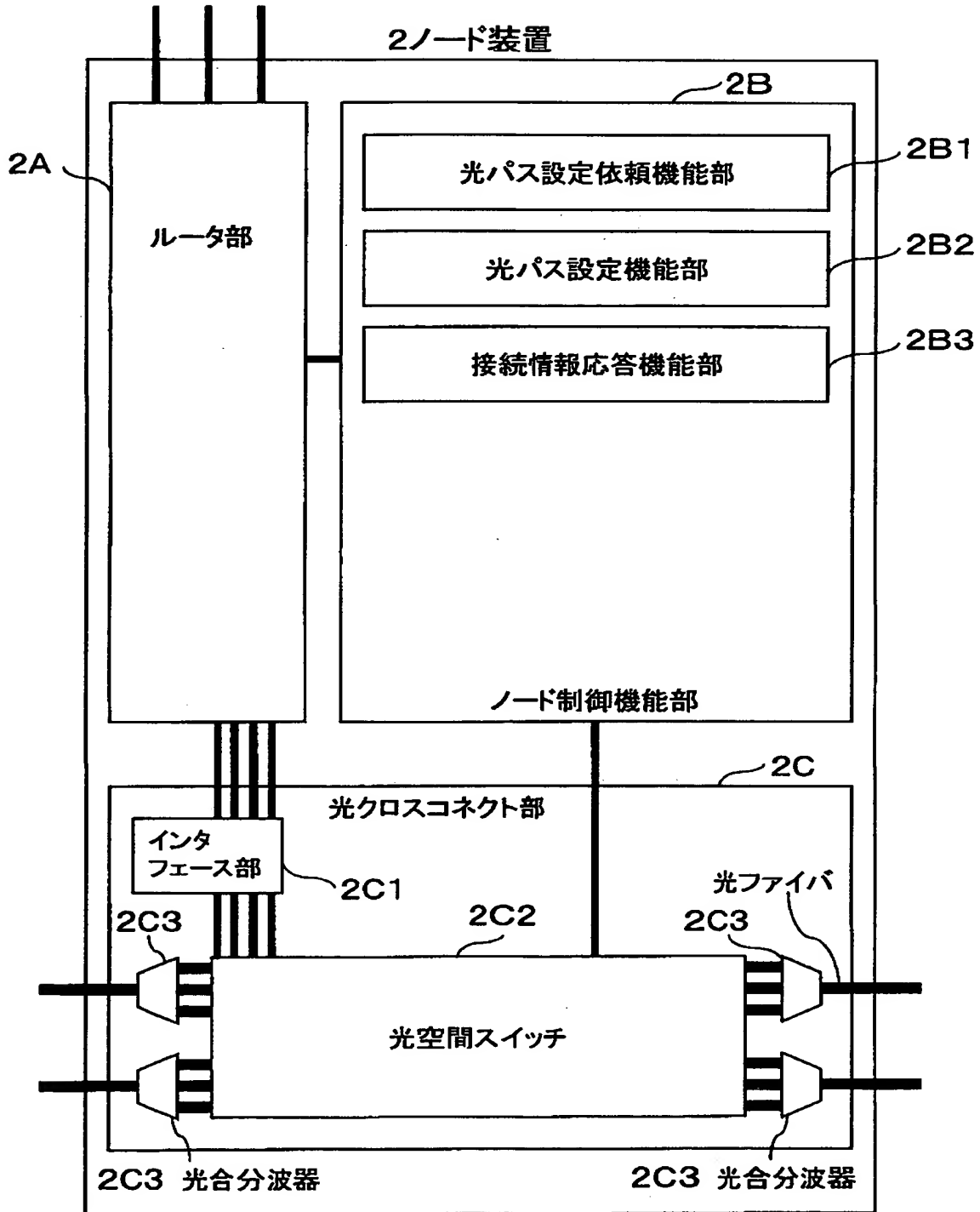
パイロットトーン信号の重畳例を示す図である。

【符号の説明】

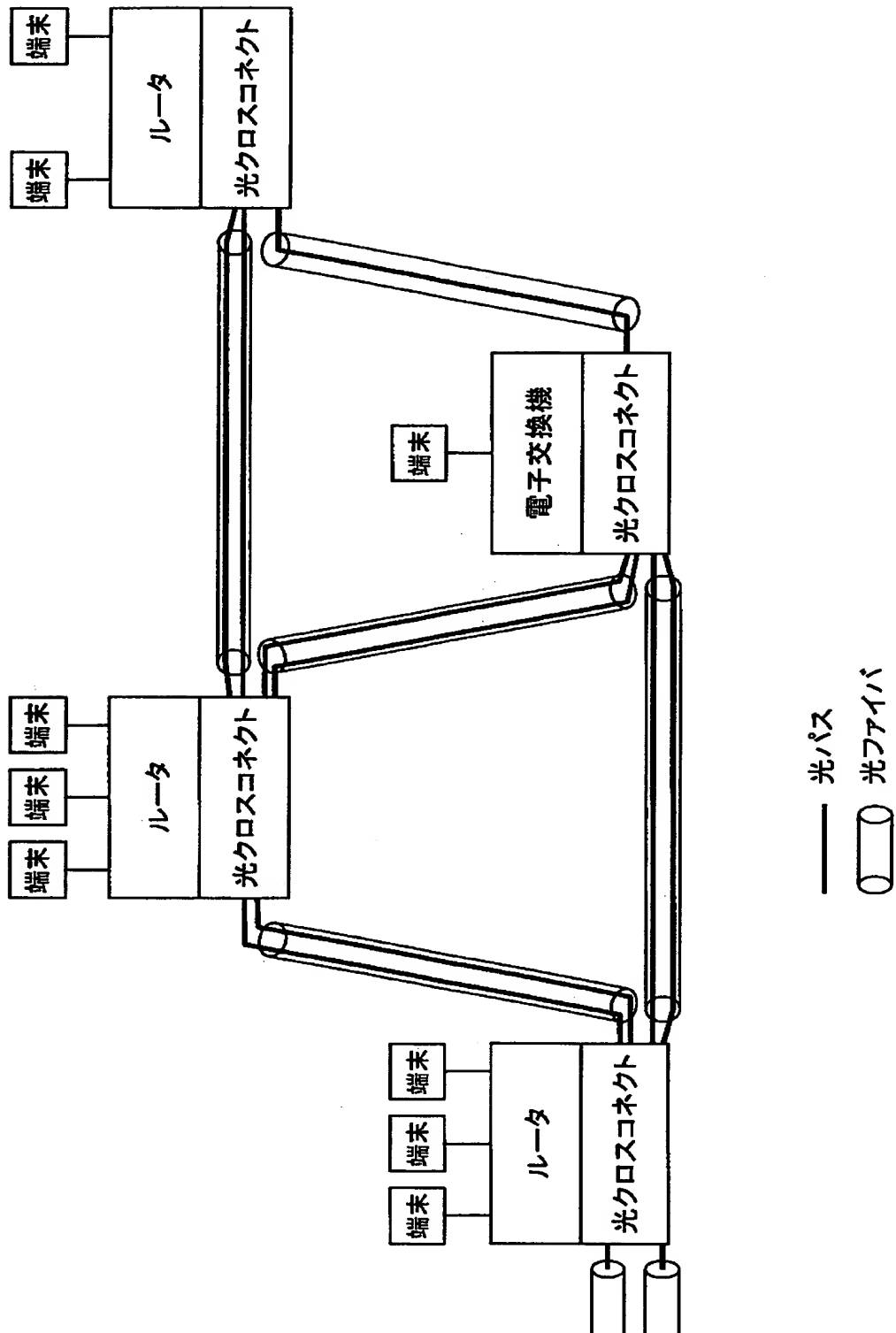
1 … 端末、2 … ノード装置、3 … 光ファイバ、2 A … ルータ部、2 A 1 … 許容遅延認識機能部、2 B … ノード制御機能部、2 B 1 … 光パス設定依頼機能部、2 B 2 … 光パス設定機能部、2 B 3 … 接続情報応答機能部、2 B 4 … カットスルー光パス要／不要判断機能部、2 B 5 … 情報チャネル確保機能部、2 C … 光クロスコネクタ部、2 D … 宛先別バッファ、2 E … スイッチ機能、2 F … 情報チャネル用光パス抽出／挿入部、2 G … パイロットトーン信号重畳／受信機能部、2 H … TDMパイロットトーン信号重畳／受信機能部。

【書類名】 図面

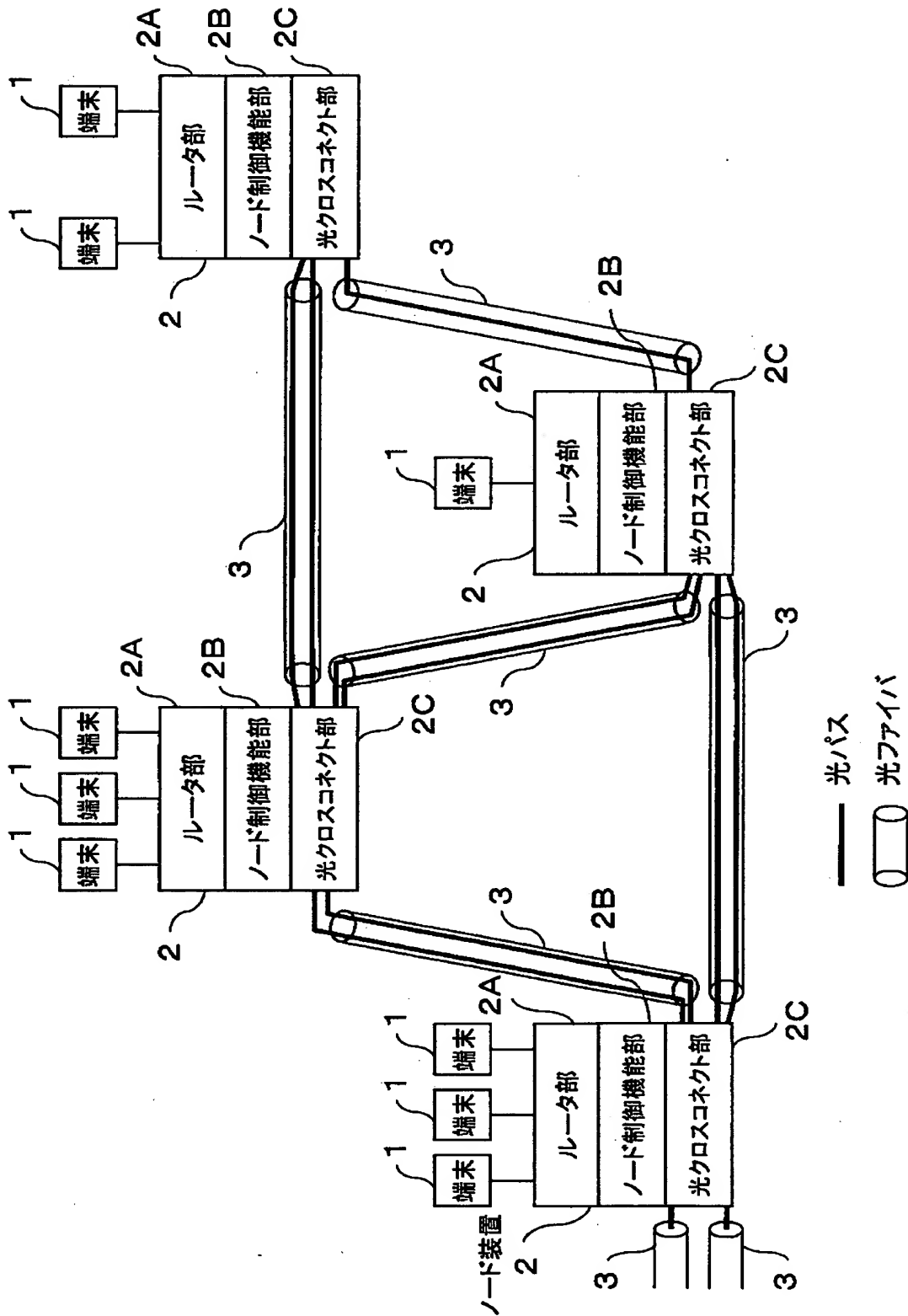
【図 1】



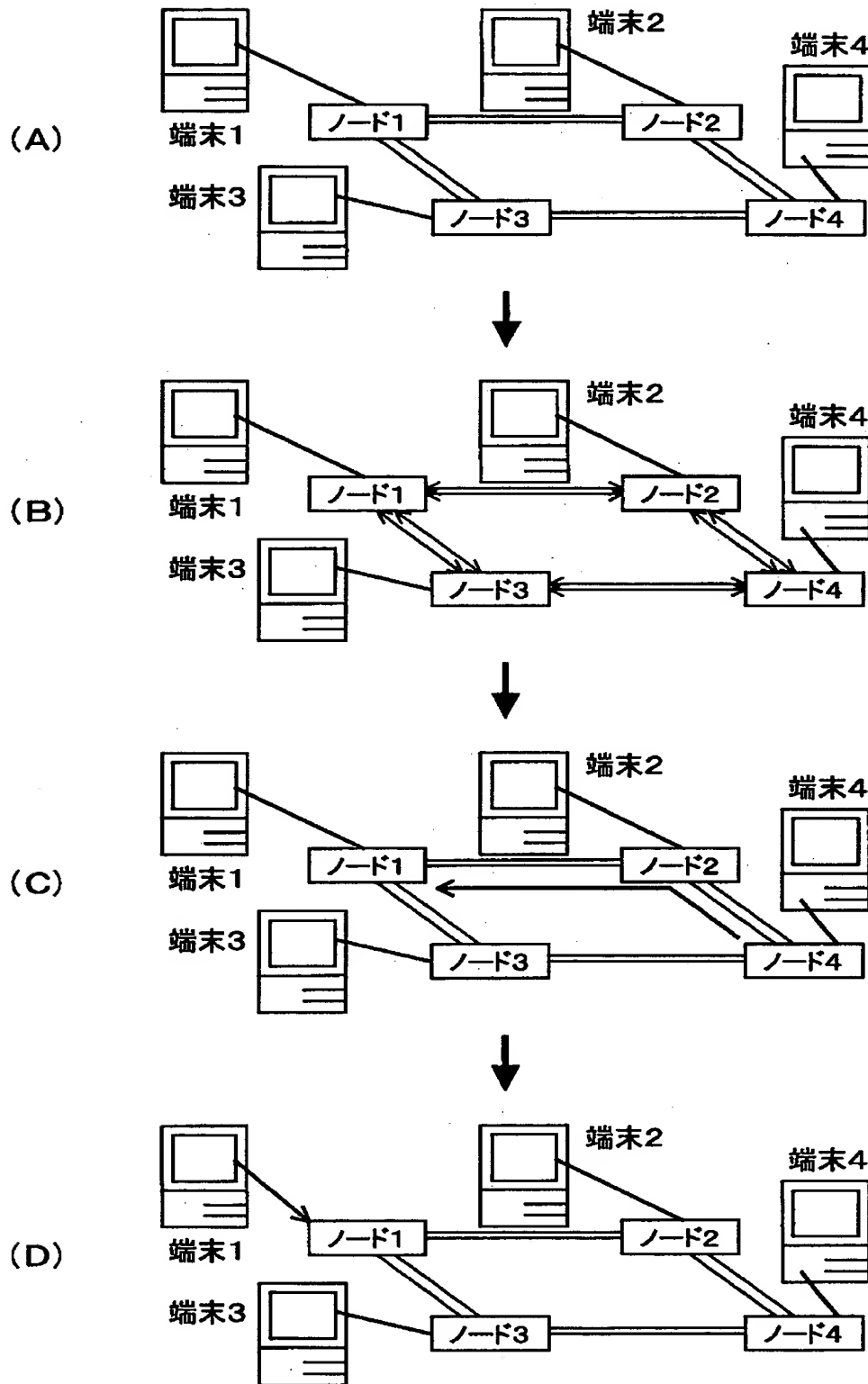
【図 2】



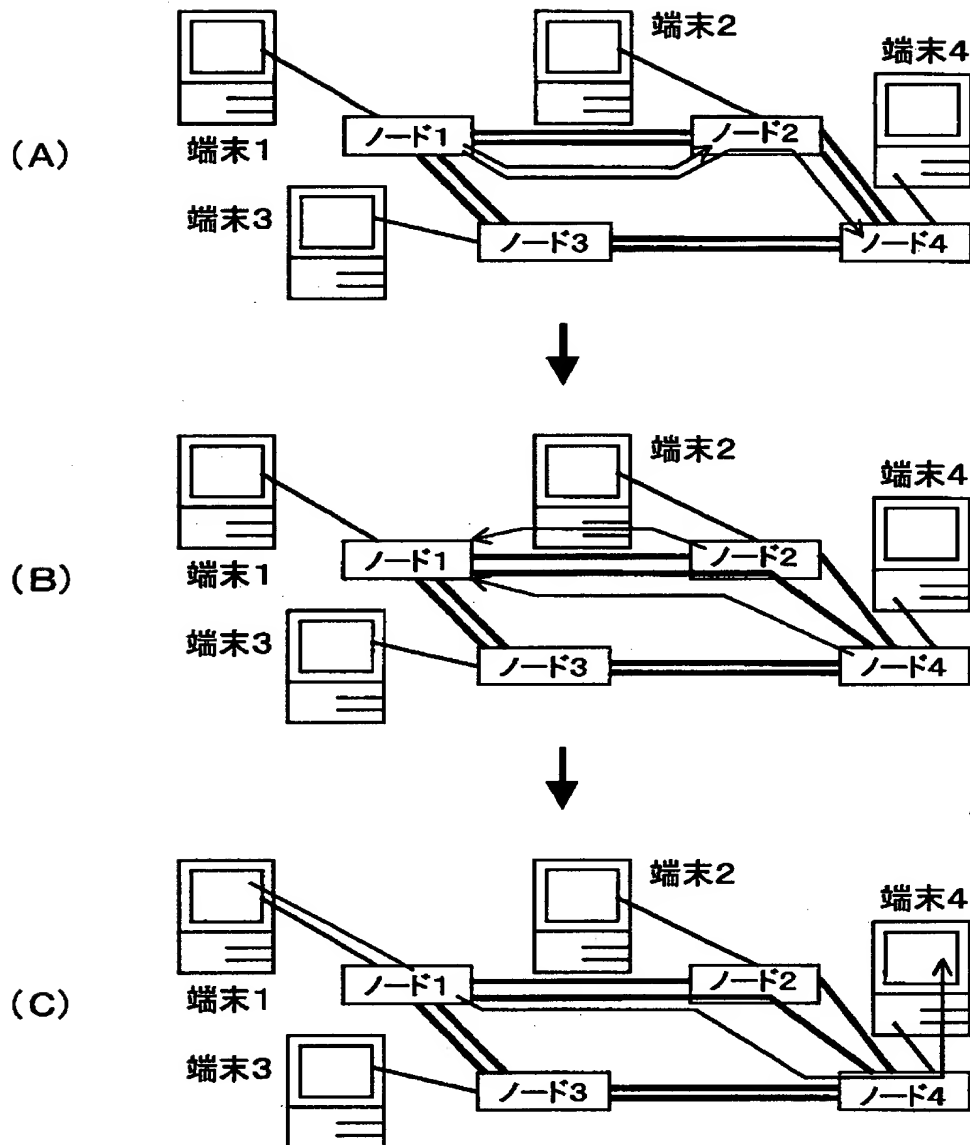
【図 3】



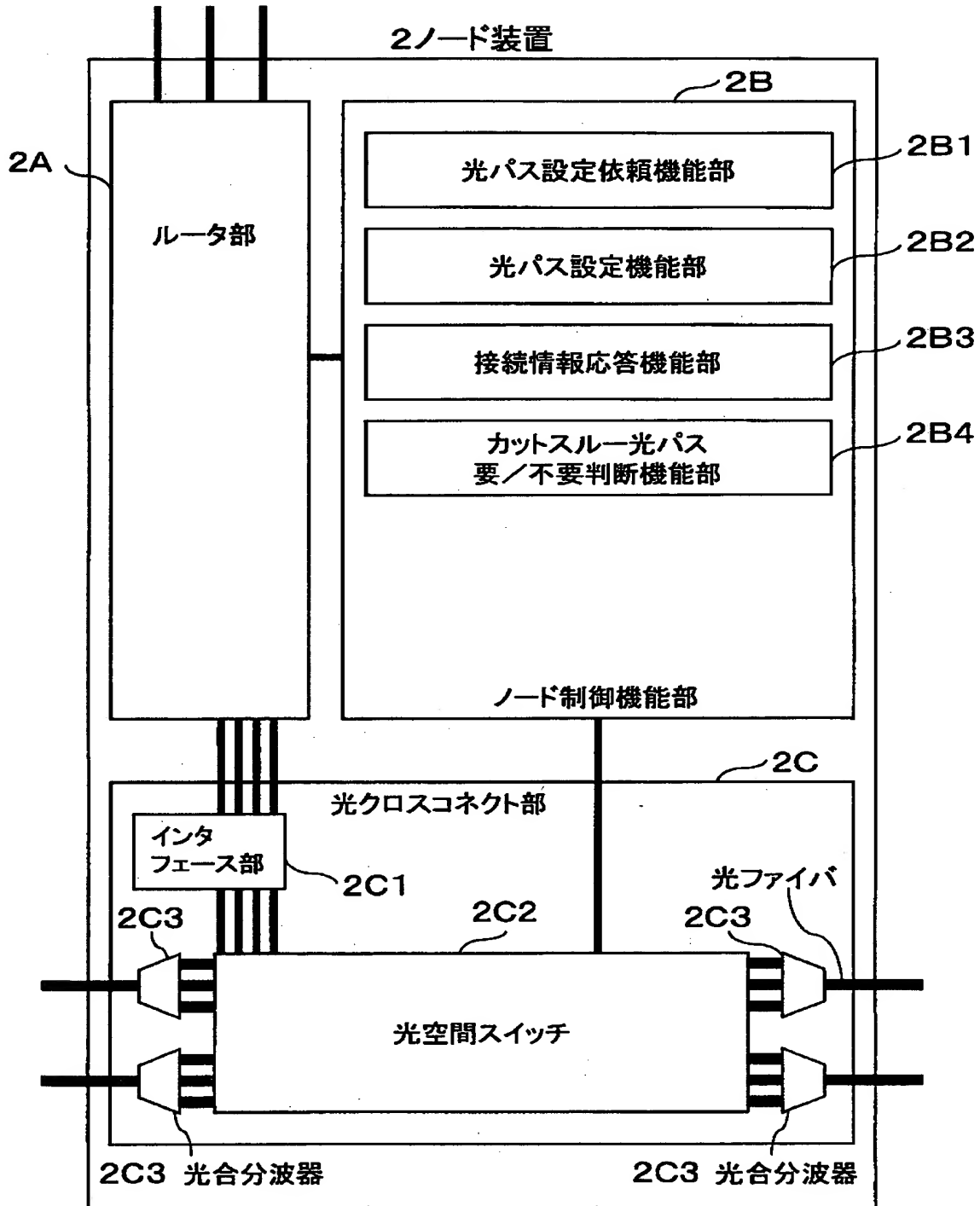
【図 4】



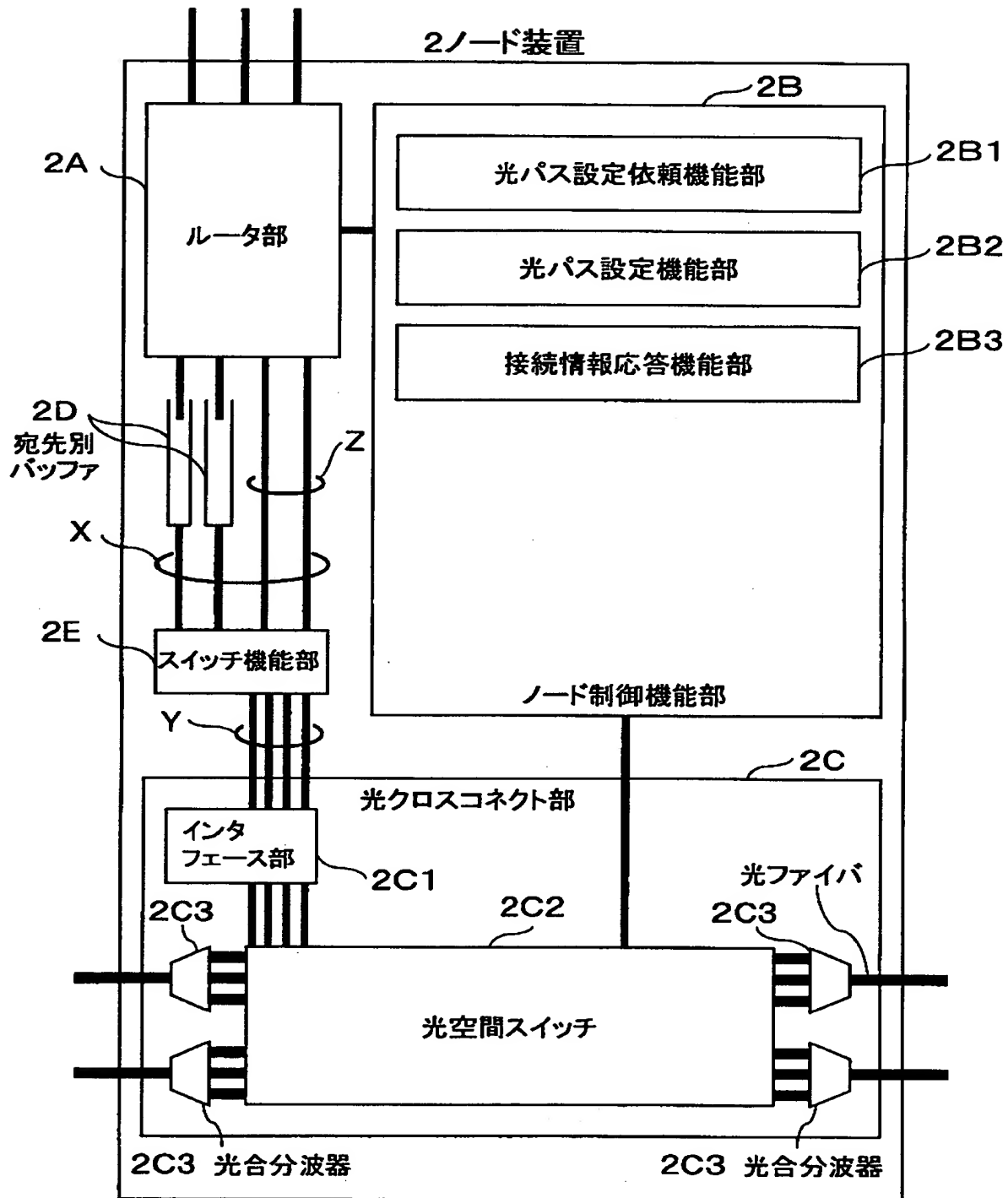
【図 5】



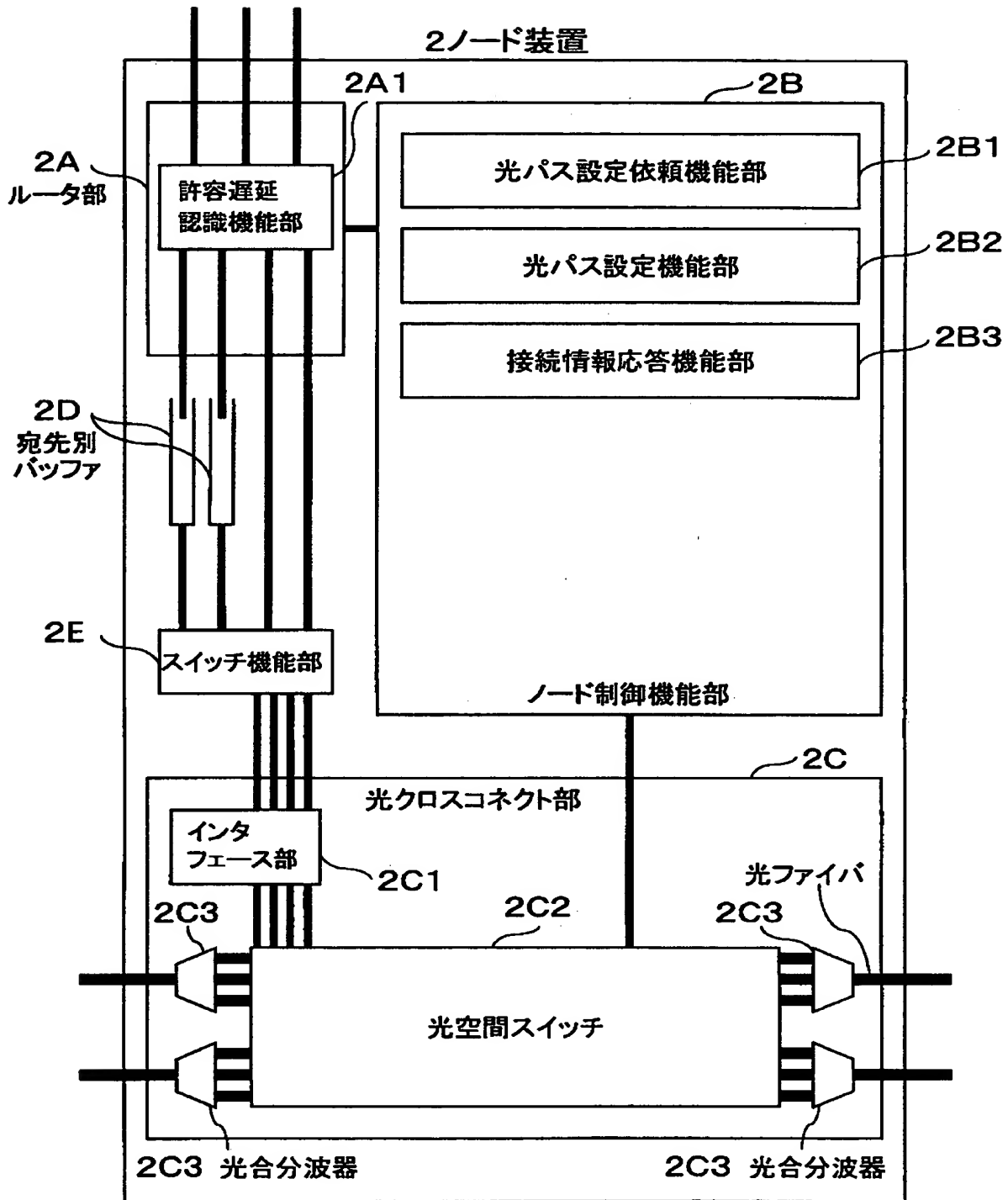
【図 6】



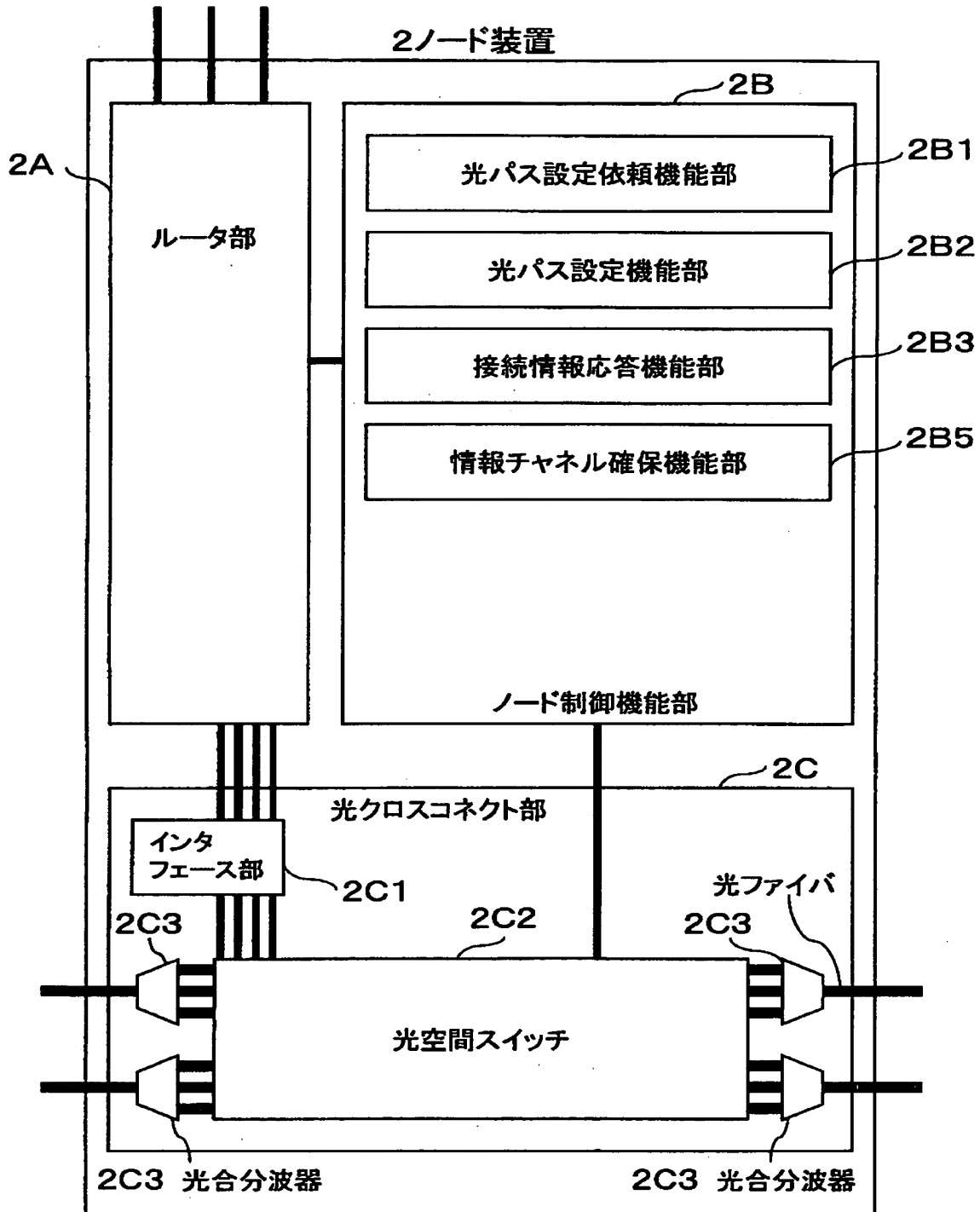
【図 7】



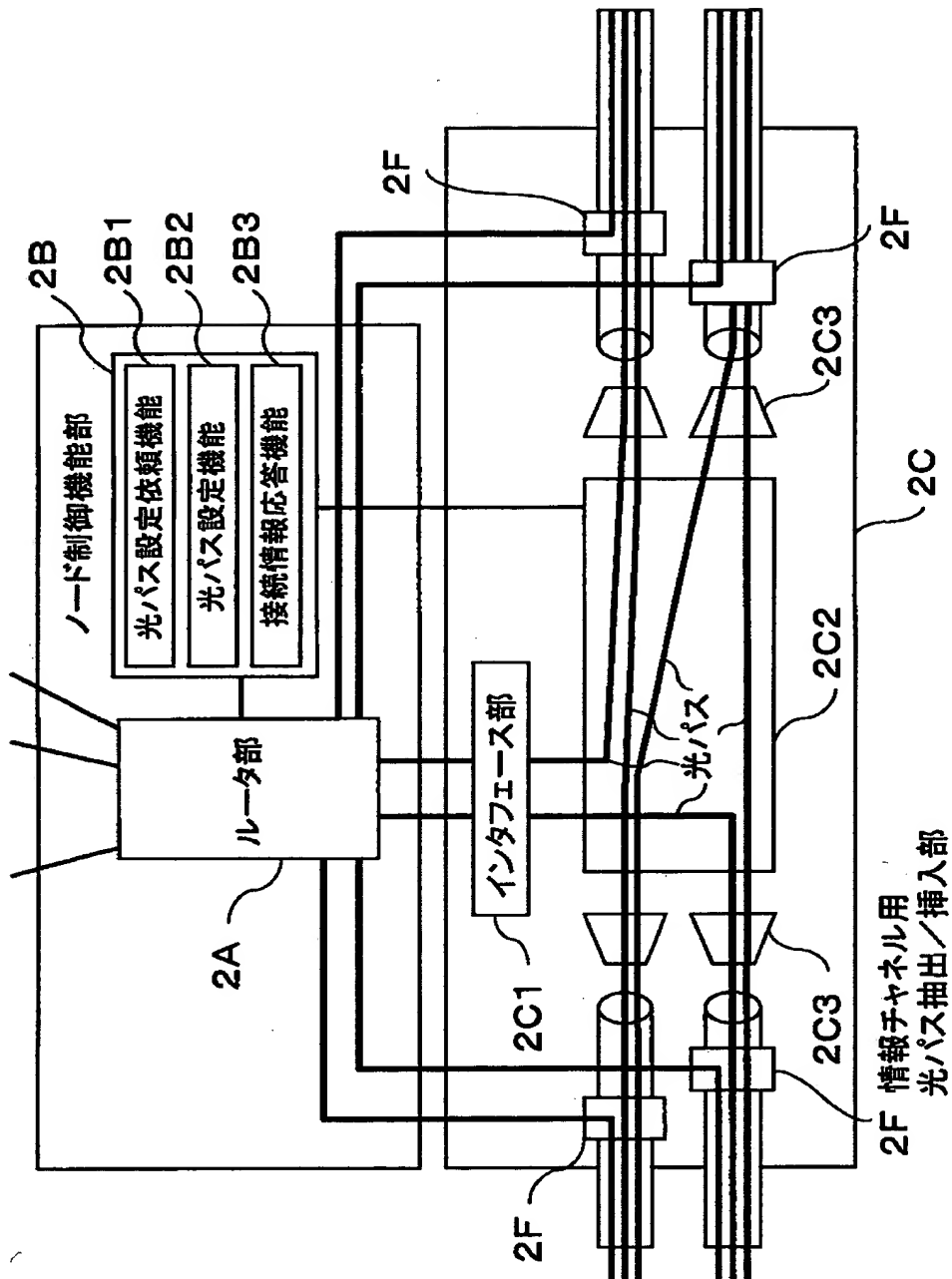
【図 8】



【図9】

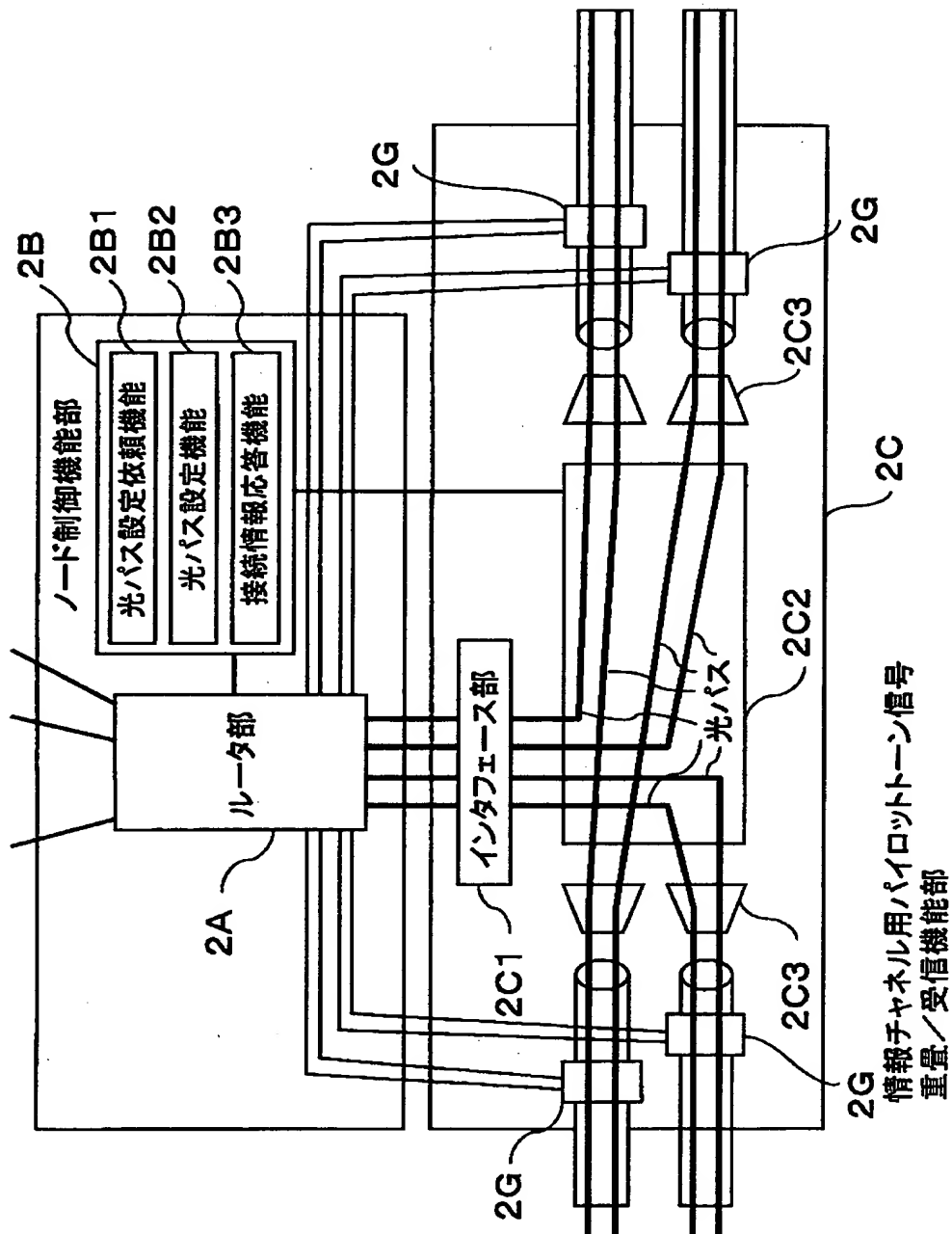


【図 1 0】



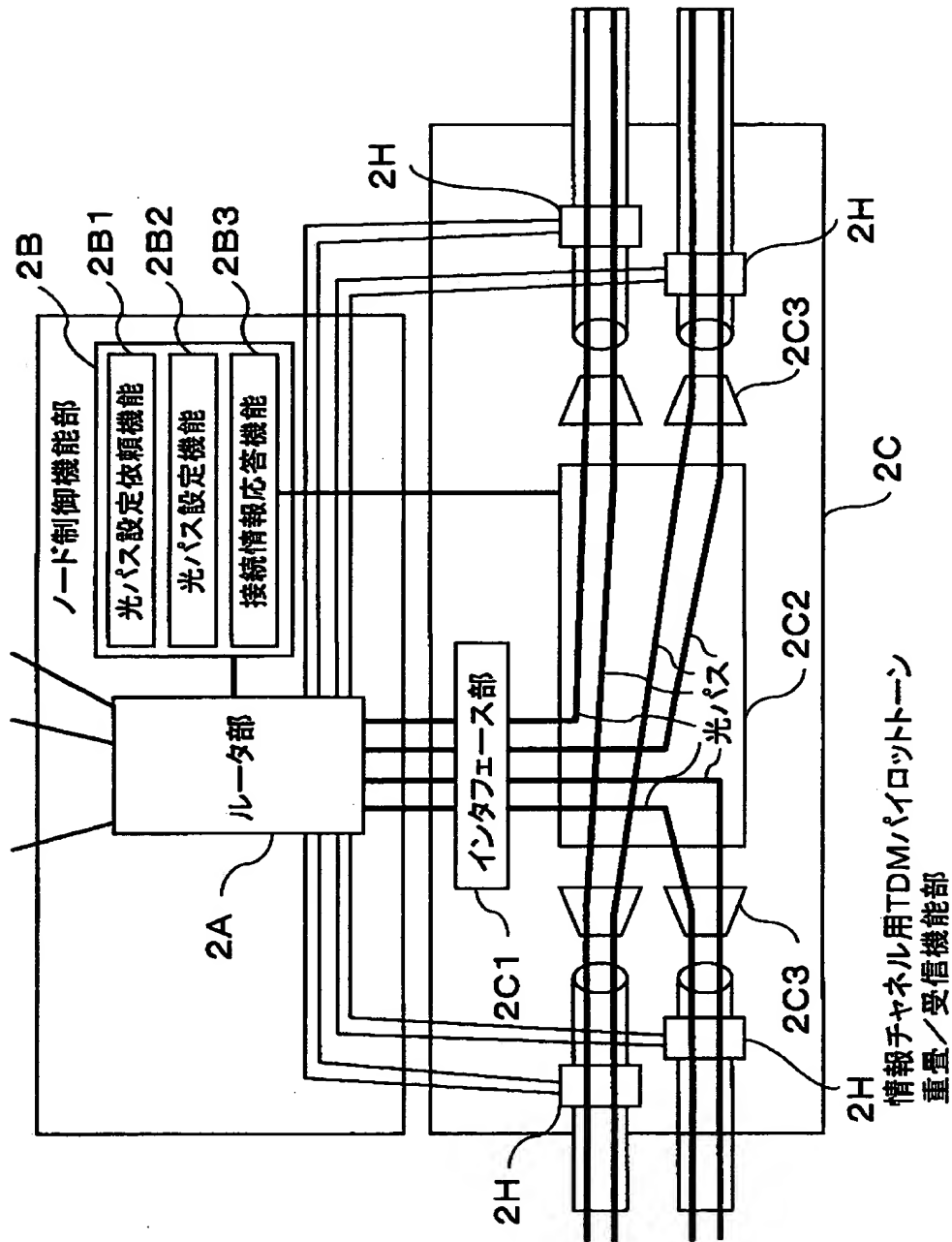
2 ノード装置

【図 1 1】



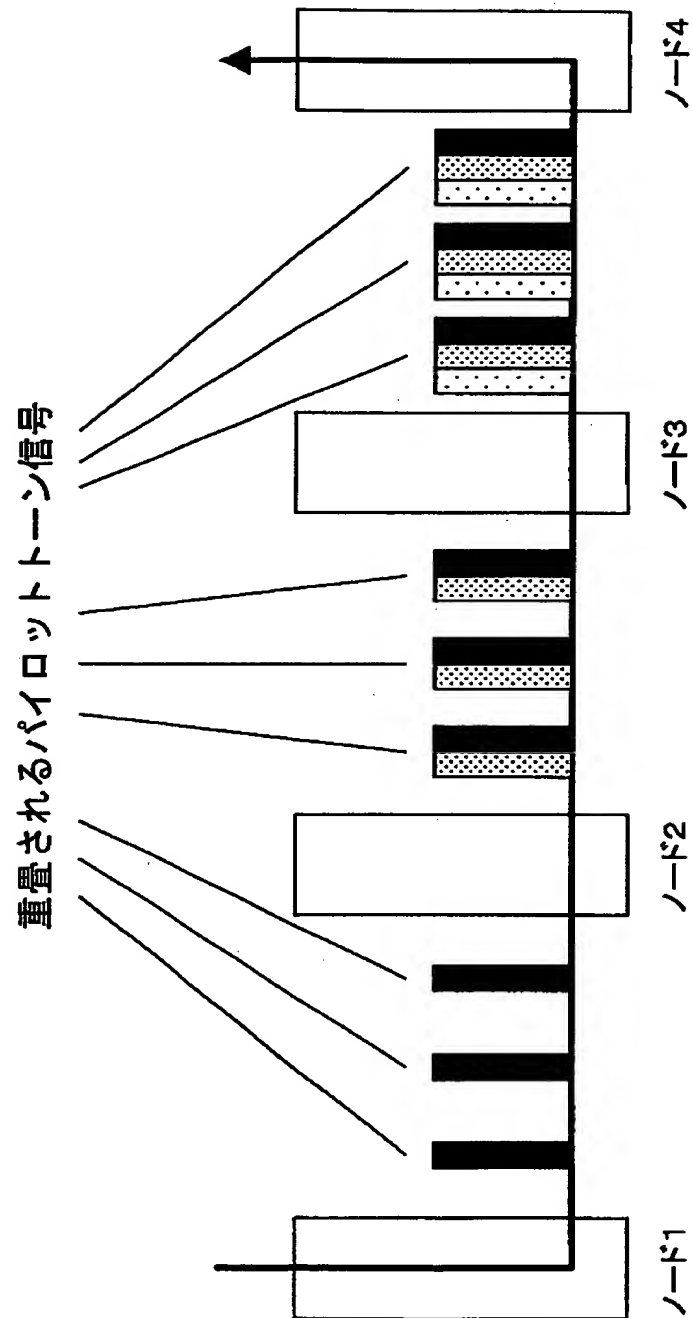
2 ノード装置

【図 12】



2 ノード装置

【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光ネットワークシステム上にカットスルー光パスを設定する方法を提案する。

【解決手段】 一定時間が経過される度又は所定イベントが発生される度、各ノード装置が、自身に隣接するノード装置に、当該装置の接続情報及び当該装置に隣接するノード装置の接続情報を問い合わせる。また、自身が隣接するノード装置より当該問い合わせを受けた場合には自身の接続情報及び自身に隣接するノード装置の接続情報を応答する。かかる後、カットスルー設定パケットの受信時又は自身の判断により、各ノード装置が、上述の問い合わせで獲得した光ネットワークシステム全体の接続情報を基に光スイッチを制御し、自身の制御するノード装置の上位レイヤをカットスルーする光パスを設定するようにする。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000295]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
氏 名	沖電気工業株式会社